

Desenvolvimento de Ontologia para Apoio ao Diagnóstico de Distúrbios do Humor

CÁTIA VANESSA FERREIRA DA SILVA

Julho de 2013



instituto
superior de
engenharia do
porto

Desenvolvimento de uma Ontologia para Apoio ao Diagnóstico de Distúrbios do Humor

Departamento de Física

Nome da candidata: Cátia Vanessa Ferreira da Silva

Dissertação apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Porto para a
obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação e Instrumentação
Médica

Orientadores científicos: Professora Goreti Marreiros, Professor Nuno Silva

2013

Aos meus pais, avós e namorado...

Agradecimentos

O projeto desenvolvido no âmbito desta dissertação foi o resultado de muito trabalho e dedicação aliados com a motivação, o carinho e o amor dado por algumas das pessoas que mais me apoiaram durante esta fase da minha vida.

Em primeiro lugar, não posso deixar de agradecer aos meus pais pelo amor, compreensão, carinho e motivação que me deram durante toda a vida; graças a vocês, encontro-me agora a terminar o curso de Mestrado com a consciência de que, se não me tivessem apoiado, tal não seria possível. Estou-vos eternamente grata e amar-vos-ei até ao fim da minha vida.

Gostava também de agradecer aos meus avós, os quais estiveram sempre ao meu lado para me ajudar em tudo aquilo que esteve ao seu alcance. São pessoas maravilhosas que não posso deixar de recordar, especialmente quando as circunstâncias da vida não parecem estar a meu lado. Muito obrigada! Amo-vos de uma maneira especial e agradeço-vos imenso o simples facto de existirem na minha vida.

Não posso descurar também o papel que o meu namorado desempenhou quando me senti mais deprimida e quando julguei que as coisas não estavam a correr como devido. Amo-te.

Aos meus orientadores, Professor Nuno Silva e Professora Goreti Marreiros, agradeço-vos profundamente por me terem guiado da melhor forma que vos foi possível nesta jornada. São pessoas excecionais com as quais se pode contar. Muito obrigada por tudo!

Resumo

Os sistemas de classificação utilizados no âmbito da prática clínica da Psiquiatria foram criados graças à reunião de esforços de vários profissionais da área, com diferentes culturas e visões sobre a Saúde Mental. Dado que se tratam de documentos bastante complexos nomeadamente no que toca a regras de diagnóstico de Distúrbios do Humor, é objetivo principal desta Dissertação de Mestrado utilizar tecnologias de Inteligência Artificial que possam servir como uma mais-valia à prática clínica da Psiquiatria em Portugal.

Tendo em conta as diferentes ferramentas informáticas utilizadas pela Inteligência Artificial (IA) - como, por exemplo, as ontologias, as árvores de decisão ou os sistemas periciais -, optou-se pelo recurso a ontologias dada a sua maior capacidade de representação da semântica de um determinado domínio em detrimento de outras ferramentas da *IA* como, por exemplo, os sistemas periciais.

O trabalho desenvolvido no âmbito do presente documento foca-se em apresentar uma contextualização do que é a Psiquiatria e quais os sistemas de classificação utilizados no âmbito desta especialidade médica, um enquadramento histórico da evolução da Inteligência Artificial e uma descrição dos reais objetivos e motivações para o desenvolvimento deste projeto; adicionalmente, apresentam-se os diversos artigos relacionados com o estudo do Estado da Arte, bem como uma apresentação breve dos diversos Episódios e Distúrbios do Humor que foram alvo de abordagem no âmbito desta Dissertação.

A ontologia assim desenvolvida é o resultado de um estudo profundo das obras utilizadas como referência para a sua conceção, particularmente das regras explicitadas nessas obras; esta avaliação permitiu que se fizesse uma análise dos requisitos técnicos necessários ao mapeamento detalhado do conhecimento armazenado nestes documentos para a ontologia. O processo de desenvolvimento ontológico consistiu num conjunto de tarefas executadas de forma iterativa e incremental e conduziu à conceção de uma ontologia fortemente baseada na prototipagem de um sistema inteligente a ser implementado no futuro.

Abstract

Classification systems used within the clinical practice of Psychiatry were created thanks to the efforts of several professionals with different cultures and visions about Mental Health. Since these are very complex documents especially in terms of rules used in the diagnostics of Mood Disorders, the main goal of this Master Thesis is to use Artificial Intelligence technologies that may be able to serve as an asset to the clinical practice of Psychiatry in Portugal.

Taking into account the various software tools used by Artificial Intelligence (AI) - like ontologies, decision trees or expert systems -, one opted by the use of ontologies given their better fitness to the semantic representation of a given domain in preference to other AI tools like experts systems.

The work under this document focuses on presenting a contextualization about what is Psychiatry and which classification systems are used by this medical specialty, a historical framework about the evolution of Artificial Intelligence as well as the real objectives and motivations for the development of this project; additionally, a presentation of the several articles related to the State of the Art study is made as well as a brief description of the various Mood Episodes and Disorders covered within this Thesis.

The developed ontology is the outcome of a deep study of the bibliographic references used in its conception, particularly the explicit rules used by these documents; such evaluation allowed an analysis of the technical requirements to the detailed mapping of the knowledge stored in the documents to the ontology to be done. The ontological development process consisted of a set of tasks performed iteratively and incrementally, and led to the design of an ontology based heavily on prototyping an intelligent system to be implemented in the future.

Conteúdo

Conteúdo	xii
Lista de Figuras	xiii
Lista de Abreviaturas	xv
1. Introdução	1
1.1 Sistemas de classificação em Saúde Mental	2
1.1.1 CID-10 - Classificação Internacional de Doenças, Décima revisão	2
1.1.2 DSM - Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders	2
1.2 Breve Introdução à Inteligência Artificial	3
1.2.1 Noções sobre Ontologias	5
1.2.2 <i>OWL - Web Ontology Language</i>	6
1.2.3 Raciocinadores Automáticos	7
1.3 Motivações e Objetivos do trabalho	8
1.4 Organização do documento	9
2. Estado da Arte	11
2.1 Sistema de apoio à decisão para diagnóstico do distúrbio obsessivo-compulsivo	12
2.2 Ontologia para psicose	13
2.3 Ontologias aplicadas ao diagnóstico/tratamentos de problemas mentais	15
2.3.1 Tipos de Distúrbios	15
2.3.2 Fatores	16
2.3.3 Tratamentos	16
2.4 Diagnóstico em Saúde Mental com base em sistemas de meridianos	17
2.5 Apresentação das ideias base do projeto	19
3. Episódios e Distúrbios do Humor segundo o DSM-IV	21
3.1 Classificação dos Distúrbios do Humor segundo o DSM-IV	21
3.2 Episódios do Humor	22
3.2.1 Episódio Maníaco	22
3.2.2 Episódio Hipomaníaco	23
3.2.3 Episódio Depressivo Maior	23
3.2.4 Episódio Misto	24
3.3 Distúrbios Ciclotímico e Distímico	24

3.3.1	Distúrbio Cíclotímico	24
3.3.2	Distúrbio Distímico	25
4.	Desenvolvimento da ontologia	27
4.1	Estudo de Viabilidade	29
4.2	<i>Kick-off</i>	30
4.3	Refinamento	33
4.3.1	Definição de regras	35
4.3.2	Definição de indivíduos e avaliação da ontologia	48
4.4	Sumário	53
5.	Proposta de sistema a desenvolver futuramente	55
5.1	Utilização da ontologia desenvolvida no sistema proposto	55
5.2	Visão técnica da aplicação <i>Web</i> proposta	56
5.3	<i>Servlets</i> e <i>JSP- Javasever Pages</i>	57
5.4	<i>DOM - Document Object Model</i>	58
5.5	Vantagens da utilização da ontologia	59
6.	Conclusões	61
	Bibliografia	63

Lista de Figuras

1.1	Diagrama de <i>Venn</i> que ilustra a ambiguidade parcial de conceitos entre o CID-10 e o DSM-IV	3
4.1	Esquema do <i>Knowledge Meta Process</i> [1]	27
4.2	Classes Primitivas da ontologia desenvolvida	31
4.3	Definição das regras de um indivíduo	50
4.4	Reclassificação de um indivíduo	50
4.5	Reclassificação de um indivíduo como sendo um distúrbio Ciclotímico	51
4.6	Reclassificação de um indivíduo como sendo um distúrbio Distímico	52
5.1	Possível arquitetura de um sistema a desenvolver futuramente	57

Lista de Abreviaturas

API Application Programming Interface

CID Classificação Internacional de Doenças

DOM Document Object Model

DSM Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

HTML HyperText Markup Language

HTTP Hypertext Transfer Protocol

IA Inteligência Artificial

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

JSP Javaserwer Pages

KMP Knowledge Meta Process

MVC Model View Controller

OWL Web Ontology Language

SWRL Semantic Web Rule Language

W3C World Wide Web Consortium

XML eXtensible Markup Language

Introdução

Durante muitos anos o ser humano acreditava que o termo ‘saúde’ consistia na ausência de dor. Consequentemente, os indivíduos eram considerados saudáveis se, após uma batalha, não sentissem dor.

Atualmente, o conceito de ‘saúde’ encontra-se associado à ausência de doença num organismo. A Organização Mundial de Saúde define ‘saúde’ como ‘um estado de bem-estar completo quer física, mental ou socialmente’, envolvendo três áreas interligadas: a saúde física, a saúde mental e a saúde social[2].

Como é do conhecimento geral, o ser humano é uma espécie racional e inteligente, o que significa que possui um cérebro bastante desenvolvido e, consequentemente, bastante complexo.

O cérebro é o mais complexo de todos os órgãos do organismo humano e é responsável por manter praticamente todas as funções vitais do organismo, tais como a respiração, a pressão arterial, a temperatura corporal, entre outros. Além de regular as funções mais primárias do corpo, é no cérebro que se encontram as estruturas que permitem aos seres humanos possuírem aptidões tais como a inteligência, personalidade, raciocínio ou emoções.

Devido à sua elevada complexidade, este órgão pode ser acometido por um grande número de distúrbios mentais que alteram o modo como um determinado indivíduo pensa. Dependendo da etiologia destes distúrbios, alguns podem afetar o humor, alterar a personalidade, a forma como é feita a interpretação da realidade, os hábitos alimentares, entre outros.

A Psiquiatria é a especialidade médica que se ocupa do diagnóstico e tratamento dos distúrbios mentais.

1.1 Sistemas de classificação em Saúde Mental

Atualmente considera-se a existência de dois documentos de referência (o CID-10 e o DSM-IV) para o diagnóstico e tratamento dos distúrbios mentais[3].

1.1.1 CID-10 - Classificação Internacional de Doenças, Décima revisão

A Classificação Internacional de Doenças (CID) surgiu na década de 90 e é da autoria da Organização Mundial de Saúde, tendo como principal objetivo padronizar as classificações atribuídas às várias doenças e estados de saúde que possam afetar o ser humano (sejam de origem psiquiátrica ou não). O capítulo responsável por efetuar a classificação dos distúrbios de ordem psiquiátrica na décima revisão do *CID* (habitualmente conhecida por *CID-10*) é o capítulo V, intitulado *Classificação de Distúrbios Mentais e Comportamentais*.

O *CID-10* caracteriza os diferentes distúrbios com base num código alfanumérico (ou seja, composto por letras e algarismos), onde a letra identifica a natureza do distúrbio e os algarismos, a etiologia dos sintomas (por exemplo, *F00* para as demências da doença de Alzheimer, *F01* para as demências vasculares, etc.)[4].

1.1.2 DSM - Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders

O *DSM - Diagnostic And Statistical Manual of Mental Disorders* é o documento de referência para a prática clínica da Psiquiatria nos Estados Unidos da América. Publicado pela *American Psychiatric Association*, encontra-se atualmente na sua quarta edição (DSM-IV) e possui informações relativamente ao diagnóstico dos diversos tipos de distúrbios mentais passíveis de afetarem o organismo humano. O DSM-IV não procura estabelecer tratamentos para as diversas patologias mas apenas diagnosticá-las e possui uma classificação diferente da do documento anterior uma vez que se utilizam diferentes parâmetros de diagnóstico nos dois documentos para o mesmo distúrbio[5].

Esta ambiguidade, apesar de não ser total (significando isto que existem determinados conceitos que caracterizam uma mesma patologia quer no DSM-IV quer no CID-10), causa diversos problemas quando se pretende caracterizar um distúrbio com base num conjunto de sintomas. A Figura 1.1 ilustra bem esta situação.



Fig. 1.1: Diagrama de *Venn* que ilustra a ambiguidade parcial de conceitos entre o CID-10 e o DSM-IV

1.2 Breve Introdução à Inteligência Artificial

Os primórdios da Inteligência Artificial (IA) encontram-se baseados em diversas disciplinas tais como a Filosofia, a Matemática, a Linguística e a Engenharia da Computação.

Já desde o tempo de filósofos de renome como Platão (nascido em 428 a.C.) e seus discípulos (como, por exemplo, Aristóteles) se formulavam silogismos que poderiam descrever pelo menos, uma parte das regras que regiam a forma como o raciocínio humano funcionava. Mais tarde e passando por diversas correntes filosóficas como o dualismo, materialismo e empiricismo, alcançou-se o princípio do raciocínio lógico, conceito inicialmente filosófico introduzido por Aristóteles e, mais tarde, definido matematicamente por George Boole.

A Inteligência Artificial é um ramo da Ciência da Computação relativamente recente, cujo objetivo se foca em tentar criar máquinas inteligentes[6]. Durante muitos anos, o conceito de *IA* e o de *Psicologia Cognitiva* estiveram intimamente ligados, não havendo, até meados da década de 1940 distinção entre as duas áreas.

O termo ‘Inteligência Artificial’ surgiu no verão de 1956 por John McCarthy, quando este participava num *workshop* que decorreu no Dartmouth College e onde também estiveram presentes outros nomes sonantes da Disciplina de *IA*.

Porém, hoje em dia considera-se que o primeiro trabalho desenvolvido em Inteligência Artificial surgiu em 1943 quando Warren McCulloch e Walter Pitz propuseram um conjunto de neurónios onde cada neurónio poderia (ou não) estar ativo num determinado instante de tempo. Este estado poderia ser alterado caso ocorresse um determinado tipo de estimulação proveniente dos neurónios vizinhos. O modelo proposto por McCulloch e Pitz serviu de base para aquilo que hoje se conhece como ‘redes neuronais’.

Mais tarde, Alan Turing (1951) propôs a conceção de um teste (atualmente co-

nhecido como ‘Teste de Turing’) onde um indivíduo deveria questionar dois teclados e tentar compreender se atrás de cada um deles se encontrava um ser humano ou um sistema inteligente. Caso após algumas tentativas o utilizador não fosse capaz de distinguir o seu interlocutor como sendo um humano ou um sistema inteligente, considerava-se que o Teste de Turing havia sido superado com sucesso.

Além do Teste de Turing, foram desenvolvidos diversos projetos por outros autores pioneiros na área da *IA* como, por exemplo, Marvin Minsky, Dean Edmonds, Allan Newell ou Herbet Simon. A disciplina da Inteligência Artificial evoluiu muito rapidamente e ganharam-se expectativas ambiciosas (como, por exemplo, acreditar-se que seria possível a conceção de um sistema inteligente para a resolução de todo o tipo de problemas) graças aos avanços que se desenvolveram desde que surgiu até ao início da década de 1970. A partir dessa altura, ficou claro que as expectativas criadas seriam muito difíceis de alcançar, o que levou ao descrédito completo da *IA* por parte da sociedade, chegando mesmo os fundos governamentais de apoio à investigação nesta área a serem cortados.

A comunidade científica de Inteligência Artificial chegara à conclusão de que era necessário apresentar resultados realistas capazes de obter novamente a confiança das pessoas na *IA*, evitando a ideia inicial de sistemas generalistas de resolução de problemas, mas sim a apostar em sistemas específicos para a resolução de problemas concretos.

Os primeiros trabalhos nesta vertente tentavam simular o conhecimento de especialistas de um determinado domínio como, por exemplo, médicos ou geólogos tendo surgido, desta forma, os primeiros Sistemas Periciais.

Um sistema pericial é um *software* que tenta simular o raciocínio de um perito de um determinado domínio sendo, conseqüentemente, capaz de oferecer soluções para vários problemas desse domínio. Frequentemente, o conhecimento armazenado por um sistema pericial encontra-se representado na forma de regras do tipo ‘*Se... Então...*’, o que permite a adição simples de novas regras que facilitam o aumento do conhecimento que o sistema possui sobre o domínio e a sua capacidade de efetuar inferência.

Porém, além dos Sistemas Periciais outras ferramentas surgiram e permitiram que a Inteligência Artificial evoluísse de forma construtiva; são exemplos destas ferramentas o planeamento automático, linguagem natural, aprendizagem automática, robótica, raciocínio probabilístico, lógica difusa e sistemas multiagente[6].

Deste tipo de sistemas, e no âmbito do presente trabalho, destacam-se as ontologias.

1.2.1 Noções sobre Ontologias

A palavra ‘Ontologia’ pode ser utilizada em diferentes contextos, com diferentes significados como, por exemplo, no âmbito da Filosofia ou da Linguística.

Nas Ciências da Computação pode considerar-se que as Ontologias consistem em artefactos de engenharia capazes de modelar formalmente a estrutura de um sistema (ou domínio), ou seja, as entidades e relações mais importantes que se destacam a partir da observação desse mesmo sistema e que são consideradas úteis para a modelação. A principal característica de uma ontologia no âmbito das Ciências da Computação é a contextualização ou especialização de conceitos, ou seja, a definição de uma ‘taxonomia’[7].

Ao longo do tempo vários foram os autores que tentaram definir o conceito de ‘Ontologia’. Porém, atualmente ainda não existe nenhuma definição consensual. Em 1993, Gruber definiu ‘Ontologia’ como sendo uma ‘especificação explícita de uma concetualização’[7]. Quatro anos mais tarde, em 1997, Borst considerou que uma ontologia era a ‘especificação formal de uma concetualização partilhada’[8]. Tal definição, ao contrário da anterior requer que a concetualização seja partilhada por várias partes ao invés de ser a concetualização de um ponto de vista individual. Adicionalmente, a concetualização assim conseguida deverá ser expressa em termos formais, de forma a que as máquinas sejam capazes de a interpretar. Um ano depois, Studer e colegas definiram o conceito de ‘ontologia’ como ‘uma especificação explícita e formal de uma concetualização partilhada’[9].

Tendo em conta as definições apresentadas anteriormente, pode considerar-se que uma ontologia é uma representação formal do mundo de um determinado domínio, representação essa que é constituída por uma conjunto de entidades (ou ‘classes’) e de relações (também designadas de ‘propriedades’) que as interligam.

Embora existam diversas definições para o termo ‘ontologia’, foi possível efetuar a distinção entre quatro tipos diferentes de ontologias com base em diferentes níveis de generalidade e em diferentes objetivos[7][10]:

1. As Ontologias de alto-nível capturam conceitos gerais que são independentes do domínio (como, por exemplo, um evento) ou especificam a concetualização de conhecimento de senso comum (tal como o tempo ou o espaço)
2. As Ontologias de Domínio modelam conceitos e relações relevantes para um determinado domínio
3. As Ontologias de Tarefa são responsáveis por descrever conceitos específicos a uma determinada tarefa
4. As Ontologias de Aplicação são as ontologias com mais baixo nível de abstração e podem ser vistas como a combinação de Ontologias de Domínio com

Ontologias de Tarefa; além disso, as Ontologias de Aplicação estendem este conceito de combinação na medida em que definem conceitos e relações mais específicos do domínio (por exemplo, considerar que ‘febre’ é um sintoma de um diagnóstico médico).

O desenvolvimento de uma ontologia pode ser desencadeado por diversas razões, das quais se destacam[11]:

- Partilhar conhecimento comum acerca da estrutura de informação entre pessoas ou agentes de *software*. Um exemplo deste tipo de situação é a existência de um conjunto de *Web sites* que partilham uma mesma ontologia de termos entre si; nestes casos, a ontologia pode ser acedida por parte de agentes de *software*, os quais podem extrair e agregar informação dos diversos *sites*, a qual pode ser utilizada por parte dos agentes para responder a questões colocadas por utilizadores ou como dados de entrada para outras aplicações.
- Permitir a reutilização de conhecimento relativo ao domínio. Se um determinado grupo de investigação desenvolver uma ontologia detalhada sobre um determinado domínio, essa ontologia pode ser reutilizada por parte de outras equipas que trabalhem sobre o mesmo domínio; adicionalmente, caso seja necessário desenvolver uma ontologia de grandes dimensões, pode recorrer-se à integração de várias ontologias com a finalidade de se descreverem partes do domínio. Adicionalmente, é possível reutilizar uma ontologia geral e estendê-la de forma a fazer uma representação do domínio de interesse.
- Tornar os pressupostos sobre o domínio explícitos.
- Separar o conhecimento do domínio do conhecimento operacional.
- Analisar o conhecimento do domínio. Tal é possível desde que se encontre disponível uma especificação formal dos termos; a análise formal dos termos é extremamente valiosa quer para a tentativa de reutilizar ontologias preexistentes quer para a sua extensão.

1.2.2 *OWL - Web Ontology Language*

O *OWL (Web Ontology Language)* é uma linguagem para definir e instanciar ontologias na *Web*. Pode ser visto como uma tecnologia importante para a futura implementação da *Web Semântica* e tem vindo a ocupar um papel importante num número cada vez maior de aplicações, bem como a tornar-se foco de pesquisa para ferramentas, técnicas de inferência, fundamentos formais e extensões da própria linguagem.

O *OWL* foi planeado para disponibilizar uma forma comum para o processamento de conteúdo semântico da informação na *Web*, sendo desenvolvido com a finalidade de aumentar a facilidade de expressar semântica/significado disponível em diversos formatos como, por exemplo, o *XML - Extensible Markup Language*[12]. Consequentemente, pode ser considerado uma evolução destas linguagens em termos da sua aptidão para representar conteúdo semântico da *Web* interpretável por máquinas. Uma vez que é serializável em *XML*, a informação contida neste tipo de ficheiros pode ser facilmente trocada entre diferentes tipos de máquinas que utilizem diferentes sistemas operativos e linguagens de programação. Por ter sido delineado para ser lido por aplicações computacionais, por vezes considera-se que a linguagem não pode ser facilmente lida por humanos; porém, as diversas formas de serialização existentes permitem que seja facilmente compreensível nalgum desses formatos (e.g. *Manchester syntax*)[12].

1.2.3 Raciocinadores Automáticos

Um Raciocinador Automático (em inglês *Semantic Reasoner*) é uma ferramenta de *software* utilizada para efetuar inferência sobre conhecimento armazenado criando, assim, novo conhecimento com base num conjunto de regras ou axiomas conhecidos.

Este tipo de componentes de *software* podem funcionar de duas formas: os processos de inferência *TBox* e os processos *ABox*[13].

Processos de Inferência *TBox*

Os processos de inferência *TBox* apenas se focam na verificação da consistência semântica de conceitos, não sendo o seu objetivo focarem-se em indivíduos, ou seja, instâncias de classes/conceitos.

Desta forma, este tipo de processos de inferência operam ao nível dos seguintes aspetos da Ontologia:

- Satisfatibilidade da expressão dos conceitos, ou seja, verificar se a descrição de um determinado conceito não é contraditória
- Consistência da ontologia, o que significa a satisfatibilidade da expressão dos conceitos para todos os conceitos da Bases de Conhecimento

Processos de Inferência *ABox*

Diferentemente dos processos de inferência descritos anteriormente, os processos de inferência *ABox* centram-se essencialmente na consistência das instâncias (indivíduos) de uma determinada ontologia. Este tipo de verificações baseiam-se em:

- Verificação da *ABox* (tendo em conta a *TBox*), ou seja, verificar se os indivíduos da *ABox* não violam as descrições e axiomas da *TBox*
- Verificação de instâncias, que consiste em determinar se um determinado indivíduo é instância de um determinado conceito
- Recuperação de indivíduos, ou seja, encontrar todos os indivíduos que são instâncias de um determinado conceito
- Realização de um indivíduo, que consiste em determinar os conceitos mais específicos dos quais um indivíduo é uma instância

1.3 Motivações e Objetivos do trabalho

A motivação para o desenvolvimento do presente projeto surgiu de diversos fatores: em 2008, um estudo apresentado na *IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine*[14] considerava que o número de pessoas afetadas por distúrbios mentais crescia rapidamente existindo, até, uma previsão de que a depressão seria a maior causa de incapacidade no ano de 2020[15]. Por essa razão, acredita-se que o diagnóstico em saúde mental pode tornar-se um desafio maior do que o que atualmente é, o que pode conduzir a uma maior dificuldades por parte dos profissionais desta área em desempenharem as suas funções.

Aliado a este facto, encontra-se a constante necessidade de busca de novo conhecimento (quer a nível informático quer a nível médico); numa tentativa de colmatar este tipo de situações, as ontologias podem desempenhar um papel importante no apoio ao diagnóstico de problemas mentais, em particular quando se utilizam raciocinadores automáticos para, dado um conjunto de sintomas apresentados por um determinado paciente, se obter um conjunto de possíveis distúrbios que acometem esse indivíduo.

Com base nas informações supramencionadas, o objetivo do projeto consiste no desenvolvimento de um ontologia capaz de apoiar o trabalhos dos clínicos na tarefa de diagnosticar problemas mentais, nomeadamente Distúrbios de origem Bipolar e Depressiva. Embora existisse a opção de reutilizar ontologias preexistentes no desenvolvimento do projeto, tal não se mostrou viável dado que não foram encontradas ontologias capazes de representar o conhecimento que se pretende capturar com a complexidade e profundidade que se pretende obter; por essa razão optou-se por desenvolver uma ontologia de raiz, aliando a aprendizagem de metodologias relacionadas com a modelação de ontologias à inexistência prévia de ontologias capazes de representarem este domínio da forma pretendida.

1.4 Organização do documento

De forma a contextualizar o leitor com a organização e linhas orientadoras desta dissertação, pode considerar-se que a mesma é composto por seis capítulos, que serão brevemente descritos de seguida:

Introdução Onde se procede à apresentação do documento e das ideias-chave do projeto. Neste capítulo faz-se uma apresentação breve dos dois sistemas de classificação utilizados em Psiquiatria, efetua-se uma apresentação histórica do que é a Inteligência Artificial, noções básicas sobre ontologias, motivações e objetivos do trabalho explicitado na tese.

Estado da Arte Capítulo responsável por apresentar um conjunto de trabalhos considerados relevantes para o tema da Dissertação e por apresentar as ideias básicas do projeto retiradas do estudo efetuado sobre os trabalhos mencionados.

Episódios e Distúrbios do Humor segundo o DSM-IV Capítulo responsável por apresentar as regras definidas pelo DSM-IV[5] para a identificação e diagnóstico dos Episódios e dos Distúrbios do Humor.

Desenvolvimento da ontologia Onde se procede à apresentação da metodologia utilizada na conceção da ontologia desenvolvida no âmbito do projeto fazendo-se, igualmente, uma apresentação detalhada sobre a mesma.

Proposta de sistema a desenvolver futuramente Onde se apresenta uma proposta de um sistema a desenvolver no futuro e que faz uso da ontologia desenvolvida no âmbito do presente projeto.

Conclusões Capítulo final onde se encontram mencionadas as conclusões obtidas através da conceção deste projeto bem como um balanço do conhecimento adquirido.

Estado da Arte

Os distúrbios mentais variam de pessoa para pessoa e em grau de gravidade. Da mesma forma que os termos ‘personalidade’, ‘consciência’ e ‘inteligência’ são difíceis de definir, o conceito de ‘comportamento anormal’ depende da subjetividade inerente ao sujeito que o pronuncia. As maiores dificuldades que se encontram quando se tenta compreender se um indivíduo sofre de algum distúrbio mental ou não prendem-se com a forma como os sintomas se manifestam nesse organismo, dado que podem tratar-se de sintomas difíceis de reconhecer por parte do doente ou das pessoas que com ele convivem[2] .

Ao longo do tempo vários foram os autores que decidiram desenvolver sistemas baseados em ferramentas de Inteligência Artificial que fossem capazes de auxiliar os profissionais de saúde no diagnóstico de uma (ou várias) patologias de diversas áreas médicas.

No presente capítulo, pretende-se efetuar a apresentação de quatro estudos considerados relevantes no âmbito do projeto a desenvolver, os quais consistem em diversos trabalhos desenvolvidos entre 2008 e 2010, baseados na utilização de várias técnicas de *IA* para apoio ao diagnóstico de algumas patologias psiquiátricas.

Tal apresentação inicia-se com a abordagem de um estudo efetuado na Universidade de Fortaleza (Brasil), o qual se baseia na técnica de tomada de decisão multicritério em conjunto com a utilização de sistemas periciais com a finalidade de se efetuar o diagnóstico do Distúrbio Obsessivo-Compulsivo.

Seguidamente, aborda-se o recurso a uma ontologia usada com o objetivo de dar possíveis soluções a questões relacionadas com a partilha e representação de dados relacionados com situações de psicose (podendo estes ser provenientes de diversas fontes de informação).

O terceiro trabalho a ser abordado neste capítulo sugere a utilização de diversas subontologias numa tentativa de aumentar o valor da informação disponível recorrendo-se, para esse fim, à partilha de informação; segundo os autores deste

trabalho, esta partilha fomenta (entre outros) a colaboração entre diversas equipas de investigação.

O quarto e último projeto a ser abordado baseia-se na utilização de duas ontologias capazes de armazenarem conhecimento e regras relativas ao sistema de meridianos do corpo humano e cuja finalidade é a utilização dessas informações para o diagnóstico de determinados distúrbios de ordem mental.

2.1 Sistema de apoio à decisão para diagnóstico do distúrbio obsessivo-compulsivo

Em 2009, Nunes, Pinheiro e Pequeno utilizaram o DSM-IV como referência para efetuarem um estudo sobre algumas técnicas de Inteligência Artificial utilizadas no apoio ao diagnóstico do Distúrbio Obsessivo-Compulsivo[2], o qual se caracteriza por estados de mania capazes de interferir no dia a dia do indivíduo afetado. Em particular, estes autores centraram os seus esforços no desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão multicritério.

A tomada de decisão multicritério passa por três etapas essenciais:

- Estrutura, onde se efetua a formulação do problema e a identificação dos objetivos. A estrutura procura identificar, caracterizar e organizar os fatores considerados relevantes para o processo decisório.
- Avaliação, fase que pode ser dividida em duas etapas:
 - Avaliação parcial de alternativas de acordo com cada um dos critérios;
 - Avaliação geral, que considera o número total de avaliações parciais.
- Recomendação, onde se procede à análise de sensibilidade e robustez para verificar se eventuais alterações aos parâmetros do modelo afetam o resultado final da avaliação. Considera-se que a recomendação é uma etapa essencial que auxilia na tarefa de geração de conhecimento acerca do domínio do problema facultando, assim, o aumento da confiança no resultado da decisão.

Nunes e colegas basearam-se numa aproximação ao exposto acima, designado por método *MACBETH* (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*)[16] e que permite a atribuição de notas a cada alternativa com base em comparações de pares. Dadas duas alternativas como possíveis soluções de um mesmo problema, a decisão a tomar deve ser a mais atrativa de acordo com os parâmetros definidos. Assim, o programa é responsável por efetuar a análise da transitividade (cardinalidade) e das relações entre as diferenças (semântica) sugerindo uma forma de se resolver o problema em casos de inconsistência. Tal é conseguido

com a sugestão de uma gama de notas e intervalos que podem sofrer alterações sem tornar o problema inconsistente.

É igualmente possível o ajuste gráfico da decisão dentro dos limites estabelecidos. De acordo com os pioneiros do método *MACBETH*, só depois deste ajuste e da introdução do conhecimento do perito é possível a caracterização da escala de valores aceitáveis para possíveis soluções.

Além do método *MACBETH*, Nunes e colegas basearam-se no sistema pericial *SINTA*, da autoria de um grupo de estudantes da Universidade Federal do Ceará e da Universidade Estadual do Ceará, denominado *Grupo SINTA (Sistemas Inteligentes Aplicados)*.

2.2 Ontologia para psicose

No ano de 2008, Kola[17] e colegas consideraram que tanto na pesquisa clínica como psiquiátrica se tornava cada vez mais evidente a existência de problemas neuroanatômicos e cognitivos em situações de crises e perturbações psicóticas. Consequentemente, consideraram a conceção de uma ontologia capaz de facilitar a partilha de dados provenientes de diversas fontes, uma vez que, segundo o seu ponto de vista, a informação nela armazenada poderia ajudar a compreender melhor a psicose e os distúrbios psicóticos.

Porém, o problema da interoperabilidade de dados prende-se com a heterogeneidade (quer estrutural quer semântica) da informação, ou seja, a mesma informação pode estar representada de diferentes formas em diversas fontes (heterogeneidade estrutural), além de ser possível que tenha sido armazenada com diferentes sentidos e interpretações (heterogeneidade semântica).

Outra questão relacionada com a representação da informação relativa a psicose e a distúrbios de natureza clínica é a ambiguidade: o que um determinado manual conceituado considera como um determinado tipo de ‘psicose’, outro documento poderá não o considerar e utilizar outros critérios para o diagnóstico. Isto é particularmente visível quando se faz um levantamento dos critérios utilizados para o diagnóstico de uma determinada patologia no DSM-IV e no CID-10 (*vide* subsecção 1.1.2).

A forma como um determinado especialista identifica uma patologia em concreto também é alvo de discussão no estudo desenvolvido por Kola e colegas: ficou provado que peritos de diferentes áreas clínicas (nomeadamente, psiquiatras, neurocientistas e investigadores) consideram diferentes conjuntos de sintomas para o diagnóstico da esquizofrenia. Por exemplo, enquanto um neurocientista é capaz de considerar a evitação social como um possível sintoma deste distúrbio, um psiquiatra não.

Tendo em conta as limitações acima mencionadas, os autores propuseram o de-

envolvimento de um sistema baseado em Ontologias que fosse capaz de representar e armazenar informação relativamente aos diversos distúrbios de ordem psicótica. Nesta proposta foram tidas em consideração três situações vulgarmente utilizadas em cenários de integração de informação:

1. A utilização de uma ontologia global que armazena informação geral, proveniente de todos os modelos de dados necessitando, por isso, de possuir todos os termos de cada um destes modelos e de definir uma semântica comum a todos eles.
2. Recorre-se a várias ontologias que são definidas ao nível de cada um dos modelos de dados e capturam a sua semântica de forma adequada e precisa. Contudo, por não se tratarem de ontologias gerais, não têm a necessidade de possuírem os mesmos termos, o que faz com que seja importante o recurso ao mapeamento entre elas, para que os dados provenientes dos diferentes modelos possam ser integrados.
3. A última solução é bastante semelhante ao caso anterior. Contudo, difere dela devido ao recurso a um vocabulário partilhado que permite o mapeamento e o alinhamento de conceitos em cada uma das ontologias intermédias, algo que não acontecia no caso 2.

Em termos conclusivos, estes autores consideraram importante a migração dos dados provenientes da investigação neurocientífica para a prática clínica numa tentativa de se aproximar essa mesma investigação da prática de psiquiatria.

Porém, a existência de modelos de dados díspares entre si (fator que impossibilita a sua interoperabilidade na prática clínica) representa um obstáculo importante quando se considera a aproximação entre os campos de investigação neurocientífica e a prática clínica da psiquiatria.

Em situações onde se pretende obter interoperabilidade semântica e sintática entre conjuntos de dados codificados com base em modelos de dados podem utilizar-se ontologias formais; apesar de o recurso a estas ferramentas ter tido sucesso em diversas áreas (por exemplo, a bioinformática), nem sempre é fácil definir equivalentes lógicos para as entidades que constituem a psiquiatria. De forma a construir uma ontologia capaz de efetuar tal unificação é importante adotar bons princípios de *design* numa fase precoce do seu desenvolvimento. Uma vez que a palavra ‘ontologia’ desperta um interesse substancial, Kola e colegas definiram claramente os casos de uso para a ontologia que conceberam. O objetivo da ontologia desenvolvida por estes autores é tentar servir como um elo de ligação no domínio da psicose, embora sem entrar em grandes detalhes em termos de ‘dimensionalidade’ e ‘definição dos distúrbios’. Kola e colegas consideraram importante lembrar que a ontologia da sua

autoria devia servir como uma aproximação lógica de alguns conceitos psiquiátricos devido à ausência de consenso dentro da própria Psiquiatria. Assim, os autores acreditam que a ontologia por eles desenvolvida poderia servir como um bom ponto de partida na abordagem de questões de alto nível do domínio além de servir como uma ligação para os vários recursos bioinformáticos disponíveis permitindo, assim, que a psiquiatria clínica se aproxime da investigação neurocientífica.

2.3 Ontologias aplicadas ao diagnóstico/tratamentos de problemas mentais

Tendo em conta o estudo mencionado na secção 1.3 (da sua autoria) e assumindo que a maior parte da informação relativa a saúde mental se encontra informatizada, Hadzic, Chen e Dillon consideraram que a utilização de tecnologias de informação de vanguarda no domínio da saúde mental tinha o potencial para aumentar significativamente o valor da informação disponível, em particular a utilização de ontologias para a partilha de informação e colaboração entre equipas de investigadores, criação de serviços de *Web Semântica* e sistemas multiagente para a obtenção inteligente de informação bem como a análise automática de dados (por exemplo, *data mining*)[14].

Hadzic e colegas consideraram, assim, que as ontologias possuíam grande importância no domínio dos serviços *Web* dado que poderiam fornecer uma *Framework* semântica capaz de permitir a partilha de conhecimento e a utilização do mesmo por todas as partes. Considerando que a informação relativa aos distúrbios mentais se encontra dispersa por diversos recursos, torna-se difícil a interligação entre a informação e a sua partilha, bem como encontrar informação específica quando tal é necessário. Desta forma, os autores propuseram o desenvolvimento de uma Ontologia de Saúde Mental (*Mental Health Ontology (MHO)*) capaz de modelar conceitos de saúde mental e relações que pudessem ser utilizadas para criar uma estrutura semântica adequada ao armazenamento e recuperação de informação. Tal estrutura poderia ser usada para a anotação sistemática de informação relativa à saúde mental disponível nos vários recursos de informação e suportar consultas a fontes heterogêneas de informação.

A Ontologia de Saúde Mental desenvolvida no âmbito dos trabalhos de Hadzic e colegas consiste em três subontologias, cada uma representando uma das seguintes categorias: tipos de distúrbios, fatores e tratamentos.

2.3.1 Tipos de Distúrbios

Tal como já referido anteriormente (*vide* secção 1.1), os dois sistemas de classificação *standard* em Saúde Mental são o CID-10[4] e o DSM-IV[5]. Porém, e tal como

indicado na secção 2.2, a forma como estes dois documentos fazem a classificação dos distúrbios mentais é diferente. Por exemplo, e tendo em conta o facto de o DSM-IV se basear predominantemente em estudos de investigação levados a cabo nos Estados Unidos da América, foram excluídos os conceitos relativos aos distúrbios que predominavam noutras culturas; por sua vez, o CID-10 é uma classificação padrão de diagnóstico de uma vasta gama de distúrbios de saúde internacionalmente aceite, das quais se destaca o capítulo V, dedicado aos distúrbios mentais e comportamentais. Apesar das suas diferenças, tanto o sistema CID-10 como o DSM-IV alcançaram aceitação a nível mundial. Ao colher informação de ambos os sistemas, Hadzic e colegas identificaram treze tipos de doenças mentais, bem como as suas subclasses.

2.3.2 Fatores

Igualmente, é de aceitação geral que as causas exatas dos distúrbios mentais não são conhecidas. Aceita-se, assim, que um conjunto de diversos fatores como, por exemplo, os genéticos, os ambientais e os microbianos possa ter influência sobre a predisposição de um determinado indivíduo adquirir um determinado distúrbio, embora a influência individual de cada um destes fatores não seja conhecida. Uma das subontologias da Ontologia desenvolvida por Hadzic e colegas foi concebida para capturar e representar o conhecimento relacionado com os fatores que afetam a saúde mental dos indivíduos. Os autores dividiram estes fatores em cinco categorias:

1. Genéticos, que incluem as variações e mutações do DNA humano que afetam a saúde mental
2. Físicos, que definem e descrevem as condições físicas que podem afetar a saúde mental
3. Ambientais
4. Pessoais
5. Microrgânicos

2.3.3 Tratamentos

Existem diversas formas de gerir os problemas de saúde mental como, por exemplo a psicoterapia, farmacoterapia, terapia de grupo e familiar e terapia electroconvulsiva. Diversos estudos conseguiram estabelecer uma relação entre desequilíbrios químicos no cérebro e determinadas patologias psiquiátricas específicas, constatações que levaram ao desenvolvimento da farmacoterapia.

As três subontologias desenvolvidas por Hadzic e colegas (ou seja, tipo de doenças, fatores e tratamentos) contêm informações muito diferentes entre si. Contudo, quando combinadas, providenciam uma imagem geral e uma boa visão sobre o conhecimento existente em saúde mental.

2.4 Diagnóstico em Saúde Mental com base em sistemas de meridianos

Em 2010, investigadores tailandeses[18] propuseram apresentar um sistema inovador capaz de efetuar a detecção de distúrbios psiquiátricos baseado no sistema de meridianos. Este sistema consiste numa rede de distribuição através do organismo cuja função é fornecer energia vital a todas as partes do corpo, encontrando-se fortemente ligada a funções fisiológicas e à manutenção da saúde nos seres humanos. O sistema proposto por Lin e colegas baseia-se na utilização de ontologias e em algoritmos de árvores de decisão para tentar resolver quatro problemas fundamentais:

1. Dada a sua natureza, qualquer distúrbio mental é difícil de detetar. Os métodos utilizados com a finalidade de detetar problemas psiquiátricos baseiam-se primariamente em questionários de percepção fundamentados, por exemplo, no DSM-IV[5].
2. Existe uma falta de ligação entre o sistema de meridianos e a medicina moderna. O conhecimento do sistema de meridianos permite que médicos de medicina tradicional chinesa identifiquem os sintomas subjacentes a determinada patologia/distúrbio, o que permite o diagnóstico de doenças e a determinação das suas causas. Consequentemente, torna-se possível utilizar o conhecimento relativo ao sistema de meridianos de forma a se compreender melhor os padrões de sintomas característicos de cada distúrbio psiquiátrico.
3. Ainda não existia nenhuma ferramenta construtiva com o intuito de partilhar e visualizar conhecimento clínico para detetar doenças psiquiátricas, o que significa que nem a medicina moderna nem a tradicional chinesa possuíam ferramentas apropriadas ao diagnóstico de problemas mentais. Tal facto impedia que as ciências médicas evoluíssem na medida em que impossibilitava o conhecimento baseado em experiências.
4. Por fim, os problemas inerentes à detecção de qualquer desordem mental encontram-se fortemente relacionados com a natureza intrínseca dessa mesma desordem.

A solução interage com utilizadores humanos de forma a obter os meridianos necessários ao diagnóstico; a resposta do sistema, além de possuir o resultado do

diagnóstico obtido, é adicionalmente constituída por outras descrições das características do meridiano utilizado para efetuar o diagnóstico do distúrbio mental.

No âmbito do sistema, o algoritmo de árvores de decisão é utilizado com a finalidade de facilitar a criação de uma ontologia particular designada por ‘ontologia de tarefas’. Tal é conseguido porque o seu mecanismo de inferência permite que dados de treino relativos ao meridiano em questão sejam introduzidos no conjunto de regras de inferência, que servirão como base à ontologia. Além de permitir a conceção da ontologia, o mecanismo de inferência renova e alarga o conjunto de dados de treino ao substituir as regras de inferência durante a construção da árvore de decisão.

O recurso a ontologias no contexto desta solução foi considerado adequado por parte dos autores pois estes acreditavam que sistemas deste tipo eram desenvolvidos com a finalidade de imitarem o papel desempenhado por um psicólogo, o que permitia que os utilizadores interagissem com ele numa tentativa de alcançarem um diagnóstico plausível. De forma a se conseguir desenvolver uma ferramenta desta natureza, Lin e colegas consideraram a necessidade de desenvolver dois tipos de ontologias: uma de domínio e outra de tarefa (*vide* subsecção [1.2.1](#)).

Ontologia de domínio

A ontologia de Domínio desenvolvida por Lin e colegas tem como principal objetivo a descrição do conhecimento acerca do domínio (neste caso, o sistema de meridianos) de forma a ser possível obter novas descrições acerca das propriedades de cada um dos meridianos. Tal ontologia permite, não só armazenar esta informação mas também reutiliza-la e partilhar o conhecimento entre diversos membros de uma mesma organização. Adicionalmente, oferece uma boa base para ampliar ou manter o conhecimento que se possui acerca do domínio.

Ontologia de tarefa

A ontologia de tarefa concebida por estes autores serve para descrever as regras dos diagnósticos psiquiátricos baseados nos meridianos indicados e efetuar inferência sobre essas mesmas regras. Tais inferências baseiam-se em regras do tipo ‘*Se-Então*’ e são utilizadas para identificar se o utilizador satisfaz ou não um determinado conjunto de regras.

O algoritmo de árvores de decisão supra mencionado é aqui utilizado para diminuir o número esperado de comparações.

A ontologia de tarefa assim construída pode (dependendo da forma como as regras são elaboradas) suportar a inferência de todos ou apenas um conjunto dos distúrbios mentais conhecidos.

2.5 Apresentação das ideias base do projeto

Embora não seja objetivo do projeto focar-se única e exclusivamente nos trabalhos abordados no presente capítulo, considera-se que os mesmos tenham sido de grande utilidade por servirem como ideias-chave para a conceção do sistema.

Os trabalhos de Nunes, Pinheiro e Pequeno[2] (secção 2.1), apesar de não serem fortemente baseados em ontologias da mesma forma que se pretende utilizar estas ferramentas no âmbito do projeto em causa, foram uma boa fonte de inspiração quando se considera a definição e formulação do problema que se pretende abordar. Neste aspeto, pode ter-se em consideração, por exemplo, o recurso ao DSM-IV[5] como base para o seu projeto.

Por sua vez, os trabalhos da autoria de Kola e colegas[17] (referidos na secção 2.2) elucidaram a existência de heterogeneidades de informação a diferentes níveis (veja-se, por exemplo, a questão da heterogeneidade estrutural e da heterogeneidade semântica). O estudos destes autores tornou-se bastante útil devido ao facto de lidarem com situações relacionadas com a necessidade de se encontrarem conceitos e representações do conhecimento que fossem passíveis de serem facilmente compreendidas pela comunidade científica.

O terceiro projeto (de Hadzic, Chen e Dillon, descrito na secção 2.3) seguiu um pouco a ideologia do trabalho de Kola pois recorria ao uso de ontologias com a finalidade de se encontrarem definições capazes de serem uniformemente aceites pela comunidade; porém, Hadzic e colegas focaram as suas atenções na heterogeneidade existente entre as definições dos distúrbios nos dois manuais de referência para a Psiquiatria, ao invés de se basearem em informações provenientes de outras fontes. Adicionalmente, estes autores tentaram identificar não só os tipos de distúrbios existentes, mas também os diversos fatores que podem contribuir para o seu desenvolvimento e possíveis tratamentos para cada um deles.

Finalmente, os trabalhos desenvolvidos na Tailândia[18] (secção 2.4) foram de grande utilidade dado que os autores do referido projeto recorreram à interligação de diversas tecnologias de *IA* (mais concretamente, o recurso a árvores de decisão e ontologias, embora as primeiras não sejam alvo de estudo no projeto referente ao presente documento), além de terem desenvolvido dois tipos de ontologias no projeto (de Domínio e Tarefa - ver subsecção 1.2.1).

Todas estas ideias-chave serviram como grandes impulsionadores do projeto apresentado na presente Dissertação de Mestrado, na medida em que foi baseado nas mesmas que ele se desenvolveu. Tal como indicado na secção 1.3, o objetivo principal deste projeto consiste no desenvolvimento de um sistema baseado em ontologias que fosse capaz de apoiar o diagnóstico de determinados distúrbios de etiologia mental. A conceção de tal ontologia baseou-se fortemente em algumas das obras supra

mencionadas e na forma como as ontologias por elas propostas foram construídas.

Tendo em conta os dois sistemas de classificação apresentados na secção 1.1, optou-se por utilizar o DSM-IV como ponto de partida para a conceção deste sistema. Esta escolha prende-se com o facto de o DSM-IV (ao contrário do CID-10) possuir um conjunto de *guidelines* para o estabelecimento de regras utilizadas pelos profissionais de saúde no diagnóstico de distúrbios mentais. Adicionalmente, e diferentemente do CID-10, o DSM-IV tem um conjunto de árvores de decisão que apoiam quer o diagnóstico quer o desenvolvimento da ontologia.

Episódios e Distúrbios do Humor segundo o DSM-IV

Tal como indicado na secção 1.3, o principal objetivo do presente projeto consiste na conceção de uma ontologia capaz de dar apoio ao diagnóstico de Distúrbios de natureza Bipolar e Depressiva. Por outro lado, na subsecção 2.5 indicou-se que se procederia ao desenvolvimento dessa mesma ontologia com base no sistema de referência americano (DSM-IV).

Neste capítulo pretende-se fazer uma apresentação de cada um dos Distúrbios abordados no âmbito do presente projeto, em particular a forma como cada um deles é descrito no DSM-IV[5].

3.1 Classificação dos Distúrbios do Humor segundo o DSM-IV

No DSM-IV, a secção referente aos Distúrbios do Humor compreende um conjunto de doenças que se encontram divididas em três partes distintas: os Episódios do Humor, os Distúrbios do Humor propriamente ditos e Especificações referentes aos Distúrbios desta natureza que descrevem quer o episódio mais recente quer o decurso de episódios recorrentes.

Embora o mapeamento de todos os distúrbios bipolares e depressivos tenha sido considerado um objetivo do presente projeto, tal não se mostrou viável dadas as limitações temporais impostas ao desenvolvimento de uma ontologia com tal complexidade. Assim, optou-se unicamente por uma abordagem aos quatro Episódios do Humor mencionados no DSM-IV[5] e a um único distúrbio pertencente a cada uma das categorias de distúrbios do humor inicialmente definidas: o Distúrbio Ciclotímico (como exemplo de um distúrbio bipolar) e o distúrbio distímico (como exemplo de um distúrbio de origem depressiva).

3.2 Episódios do Humor

Os Episódios do Humor do DMS-IV constituem conjuntos de sintomas apresentados por um determinado paciente e que não podem ser considerados como distúrbios propriamente ditos. Em vez disso, eles funcionam como alicerces ao diagnóstico dos Distúrbios de Humor, na medida em que um ou mais Episódios do Humor podem pertencer às diretrizes de diagnóstico destes Distúrbios; porém, e por ser um conjunto de sintomas, um determinado Episódio pode ser diagnosticado num paciente que possua todos os sintomas e características a que lhe digam respeito.

3.2.1 Episódio Maníaco

Um Episódio Maníaco caracteriza-se por um humor expansivo, irritável ou elevado com a duração mínima de uma semana (ou menos, caso seja necessário recorrer à hospitalização do doente). Adicionalmente, considera-se estar na presença de um Episódio Maníaco caso, concomitantemente ao humor alterado, se verifiquem três dos seguintes sintomas (ou quatro, caso o humor seja apenas irritável):

- Sensação de grandiosidade ou autoestima elevada
- Diminuição da necessidade de dormir (por exemplo, o doente sente-se descansado com apenas três horas de sono)
- Maior loquacidade, ou seja, o doente fica mais falador do que o habitual
- Ideias fugazes ou sensação subjetiva de que os pensamentos ocorrem rapidamente
- Distratibilidade
- Aumento na atividade direcionada aos objetivos
- Envolvimento excessivo em comportamentos de risco

Para que seja considerado um Episódio Maníaco, os sintomas apresentados pelo doente não devem responder aos critérios de um Episódio Misto (subsecção [3.2.4](#)), além de ser requerido que produzam prejuízo acentuado nas atividades laborais e sociais, bem como nos relacionamentos interpessoais. Adicionalmente, deverá ser necessário o recurso à hospitalização do doente devido ao risco de provocarem lesões ao próprio (ou a terceiros) ou da presença de surtos psicóticos, além de se verificar que os sintomas não são causados por abuso de substâncias nem por outras doenças.

3.2.2 Episódio Hipomaníaco

A caracterização de um episódio Hipomaníaco segue um pouco a caracterização dos Episódios Maníacos, embora a gravidade e a duração dos sintomas não sejam tão grandes como nos episódios Maníacos. Com isto compreende-se que a duração seja um período mínimo de quatro dias e não haja grande afetação laboral, social e de relacionamento interpessoal nem a necessidade de se proceder à hospitalização do doente. Adicionalmente, deve verificar-se que os sintomas não são causados por abuso de substâncias nem por outras doenças. De forma a ser considerado um Episódio Hipomaníaco, devem verificar-se três dos seguintes sintomas:

- Sensação de grandiosidade ou autoestima elevada
- Diminuição da necessidade de dormir (por exemplo, o doente sente-se descansado com apenas três horas de sono)
- Maior loquacidade, ou seja, o doente fica mais falador do que o habitual
- Ideias fugazes ou sensação subjetiva de que os pensamentos ocorrem rapidamente
- Distratibilidade
- Aumento na atividade direcionada aos objetivos
- Envolvimento excessivo em comportamentos de risco

3.2.3 Episódio Depressivo Maior

Em termos de DSM-IV, um episódio Depressivo Maior é caracterizado por humor deprimido em adultos ou perda de interesse em quase todas as atividades diárias; em crianças e adolescentes, o humor pode apresentar-se irritável (ao invés de deprimido).

Em qualquer dos casos, um episódio Depressivo Maior tem a duração mínima de duas semanas, sendo as alterações do humor acompanhadas por pelo menos cinco dos seguintes sintomas:

- Ânimo deprimido
- Perda do interesse em atividades que anteriormente lhe provocavam prazer
- Perda de peso ou perda ou aumento de apetite
- Insónia ou hipersónia
- Agitação ou lentidão psicomotora

- Fadiga ou perda de energia
- Sentimentos de inutilidade e culpa
- Dificuldades no pensamento, concentração e tomada de decisões
- Fadiga ou perda de energia
- Pensamentos recorrentes de morte (incluindo ideias, planos ou tentativas de suicídio)

De forma a ser considerado parte de um episódio Depressivo Maior, um sintoma deve surgir recentemente ou piorar de forma inequívoca, persistir durante a maior parte do dia e diariamente. Adicionalmente, um episódio Depressivo Maior causa dificuldades significativas a nível social, profissional e outros, além de não estar relacionado com o abuso de determinadas substâncias nem com outras situações, das quais se destacam problemas de saúde ou uma situação semelhante ao luto de um ente querido. Nestas situações, os sintomas podem persistir durante mais de duas semanas e serem caracterizados por uma elevada incapacidade funcional, preocupações mórbidas de inutilidade, pensamentos suicidas, sintomas psicóticos ou lentidão psicomotora.

3.2.4 Episódio Misto

Os episódios Mistos são caracterizados por um conjunto de critérios satisfeitos tanto por episódios Maníacos como por episódios Depressivos Maiores, sendo que estes sintomas se prolongam por um período mínimo de uma semana. O tipo de prejuízos provocado pelos Episódios Mistos são equivalentes aos provocados pelo episódio Maníaco, além de se verificar que os sintomas não são causados por abuso de substâncias nem por outras doenças.

3.3 Distúrbios Ciclotímico e Distímico

Tal como referido anteriormente na secção 3.1, apenas os distúrbios ciclotímico e distímico foram considerados no âmbito do presente projeto. Seguidamente, far-se-á uma apresentação breve da classificação utilizada pelo DSM-IV para cada um destes distúrbios.

3.3.1 Distúrbio Ciclotímico

O Distúrbio Ciclotímico é um distúrbio pertencente à categoria dos distúrbios bipolares e que se caracteriza principalmente por uma perturbação crónica e flutuante

do humor, envolvendo diversos períodos com sintomas quer hipomaníacos quer depressivos que não cumprem os critérios do episódio depressivo maior. Contudo, este conjunto de sintomas não possuem duração, gravidade nem número suficientes de forma a serem considerados episódios do Humor.

Além disso, não há episódio depressivo maior, misto ou maníaco durante os primeiros dois anos e os sintomas não causado por Esquizofrenia, Distúrbio Esquizofreniforme, distúrbio Delirante ou distúrbio Psicótico não especificado. Adicionalmente, não se encontram associado quer ao abuso de substâncias quer a outras doenças e causam dificuldades significativas em termos sociais, laborais ou a nível de relacionamentos interpessoais.

3.3.2 Distúrbio Distímico

Ao contrário do distúrbio ciclotímico, o distúrbio Distímico consiste numa perturbação de natureza depressiva onde o paciente se apresenta com humor deprimido durante, pelo menos, dois anos. Adicionalmente, o Distúrbio Distímico caracteriza-se por um mínimo de dois sintomas da seguinte listagem:

- Aumento ou diminuição do apetite
- Insónia ou hipersónia
- Fadiga ou pouca energia
- Baixa autoestima
- Dificuldades de concentração e tomada de decisão
- Sentimentos de desespero

Concomitantemente, deverá verificar-se a ausência de episódios Depressivos Maiores nos últimos dois anos, bem como a ausência de qualquer outro tipo de episódio durante todo o decurso do Distúrbio. Este distúrbio pode provocar grandes dificuldades em termos laborais, sociais e outros, além de não se encontrar associado ao abuso de substâncias, Distúrbio Ciclotímico ou Distúrbio Psicótico Crónico nem ser causado por um Distúrbio Depressivo Maior Crónico ou um Distúrbio Depressivo Maior em remissão parcial.

Desenvolvimento da ontologia

No processo de desenvolvimento de ontologias adotado foi o *KMP - Knowledge Meta-Process*^[1], o qual consiste num processo iterativo e incremental que é constituído por cinco fases (Figura 4.1), as quais serão explicadas de seguida:

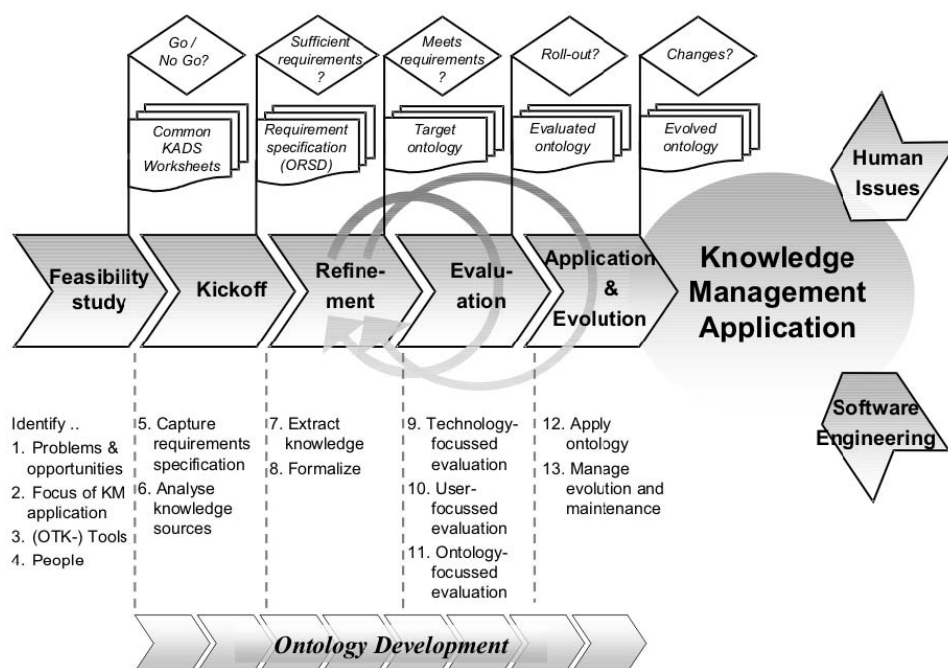


Fig. 4.1: Esquema do *Knowledge Meta Process*^[1]

Estudo de viabilidade qualquer sistema de gestão do conhecimento apenas poderá funcionar corretamente se for perfeitamente integrado na organização que o irá utilizar. Apesar de os fatores tecnológicos desempenharem um papel essencial, outras variáveis são de fundamental importância na determinação do sucesso ou fracasso deste tipo de sistemas. Neste contexto, um ‘estudo de viabilidade’ pode ser visto como a identificação do problema ou áreas de oportunidade, bem como potenciais soluções, além de servir como um apoio à decisão da viabilidade económica e técnica do sistema.

Kick-off o *kick-off* marca o início do desenvolvimento da ontologia propriamente dita. Tal como ocorre noutras áreas da engenharia, existe a necessidade de definir requisitos, pelo que Sure e colegas[1] desenvolveram um documento de especificação de requisitos da ontologia (ORSD, do inglês *Ontology Requirements Specification Document*). Entre outras tarefas, o ORSD descreve o que uma ontologia deve suportar, servindo como apoio à decisão de um engenheiro de ontologias relativamente à inclusão ou exclusão de conceitos e relações, bem como ao estabelecimento da estrutura hierárquica da ontologia.

Refinamento durante a fase de refinamento existe a necessidade de distinguir duas áreas de modelação, em particular para a extração do conhecimento a partir de fontes de informação.

- Na abordagem *top-down* começa-se por modelizar conceitos e relações a um nível muito genérico; conseqüentemente, todos estes elementos serão alvo de refinamento. Esta abordagem é tipicamente feita de forma manual e leva ao desenvolvimento de ontologias de elevada qualidade, as quais podem ser reutilizadas e servir como ponto de partida para o desenvolvimento de novas ontologias.
- Na abordagem *bottom-up*, parte-se dos documentos disponíveis para conceitos relevantes de forma semiautomática. Assumindo que a maioria dos conceitos, as estruturas concetuais do domínio e a terminologia da organização se encontram documentados, a aplicação do conhecimento adquirido a partir desses mesmos documentos no desenvolvimento de ontologias ajuda a construir estes artefactos de engenharia automaticamente. Com a finalidade de formalizar a descrição semiformal da ontologia, os responsáveis pelo seu desenvolvimento começam por criar uma taxonomia fora dessa mesma descrição semiformal bem como criar relações adicionais, distintas da relação ‘é-um’ que forma a estrutura taxonómica; estas relações adicionais irão ser de fundamental importância na definição hierárquica da taxonomia desenvolvida.

Seja qual for a abordagem adotada, o resultado do refinamento consiste numa ontologia-alvo que precisa de ser avaliada no próximo passo. A principal decisão a ser tomada com o objetivo de finalização do refinamento é determinar se esta ontologia-alvo cumpre os requisitos capturados durante a fase inicial; tal decisão é tipicamente baseada na experiência pessoal de quem desenvolve a ontologia.

Avaliação a avaliação da ontologia criada por Sure e colegas[1] envolveu três níveis essenciais:

- Avaliação sintática, relacionada com a avaliação da conformidade linguística das propriedades da ontologia
- Avaliação semântica, relacionada com a consistência da ontologia
- Avaliação das propriedades tecnológicas como, por exemplo, questões relacionadas com interoperabilidade e escalabilidade da ontologia

Aplicação e Evolução A utilização de sistemas baseados em ontologias segue um processamento do conhecimento constituído pelas seguintes fases:

- Criação de novo conhecimento ou a sua importação a partir de documentos de referência. O conhecimento assim obtido necessita de ser criado ou convertido de maneira a ajustar-se com as convenções da organização, ou seja, com a sua infraestrutura de gestão do conhecimento
- O conhecimento recém-obtido é, então, capturado de forma a explicitar a sua importância e a interligação que possui com o vocabulário convencionalizado pela organização através da criação de metadados relacionais
- Seguidamente, acede-se ao conhecimento armazenado com a finalidade de determinar se esse acesso e a devolução do conhecimento respondem aos requisitos da organização

A evolução das ontologias é, essencialmente, um processo organizacional. Nesta fase, existe a necessidade de se definirem regras claras relacionadas com a atualização, inserção e eliminação de processos da ontologia. Sure e colegas[1] recomendam que os engenheiros de ontologias reúnam as alterações efetuadas à ontologia e que iniciem a transição para uma nova versão da mesma após um teste cuidadoso de todos os efeitos possíveis que as alterações efetuadas possam ter na aplicação final. Algo muito importante na evolução de uma ontologia é determinar a pessoa responsável pela manutenção da mesma, bem como a forma e a periodicidade dessa mesma manutenção. A principal decisão a ser tomada é definir quando iniciar um novo ciclo de evolução.

O desenvolvimento da ontologia desenvolvida no âmbito deste projeto envolveu diversas fases em tudo idênticas às propostas anteriormente.

4.1 Estudo de Viabilidade

Numa primeira fase optou-se por fazer uma análise crítica sobre as regras de diagnóstico de cada um dos distúrbios do humor (nomeadamente depressivos e bipolares) do DSM-IV, chegando-se à conclusão de que não seria viável abordar a totalidade dos distúrbios presentes nestas duas categorias, dada a complexidade das regras envolvidas e as limitações temporais inerentes ao desenvolvimento de uma ontologia tão

complexa; consequentemente, optou-se por abordar apenas os Distúrbios Distímico e Ciclotímico, bem como os quatro Episódios do Humor explicitados na secção 3.2.

Embora a análise das regras presentes no DSM-IV tenha servido como alerta para a impossibilidade da concretização dos objetivos iniciais do projeto, ela desempenhou um papel importante no trabalho desenvolvido uma vez que permitiu a identificação das diversas classes primitivas que compõem a ontologia, as quais serviram como base para a organização do conhecimento obtido com base na leitura do documento. Seguindo o raciocínio de Sure e colegas, pode considerar-se que esta análise se enquadra na fase de ‘Estudo de Viabilidade’ do *Knowledge Meta Process*.

4.2 *Kick-off*

Considerando as fases do *KMP* explicadas anteriormente, pode considerar-se que a identificação e posterior criação das classes e da hierarquia básica da ontologia se enquadra no *kick-off*.

A principal funcionalidade desta ontologia é a sua capacidade de diagnosticar um determinado distúrbio de que padece o paciente tendo em conta a informação inserida pelo utilizador relativa aos sintomas (e suas características como, por exemplo, a duração, o estágio, a natureza, entre outros) apresentados pelo doente; assim, pretende-se que os episódios e os distúrbios armazenados na ontologia sejam reclassificados a partir destes dados de entrada.

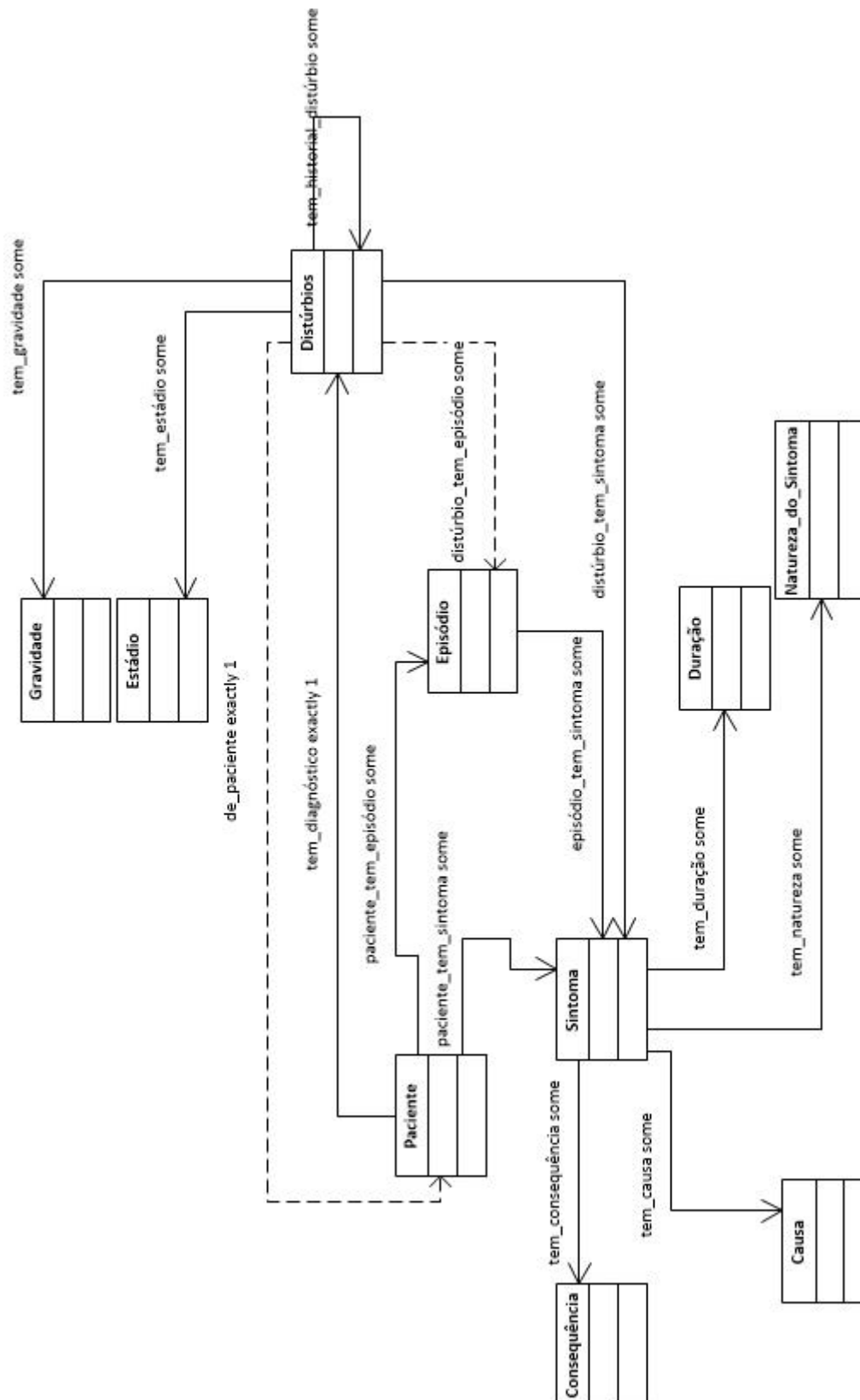


Fig. 4.2: Classes Primitivas da ontologia desenvolvida

A Figura 4.2 representa um esquema da ontologia concebida no âmbito deste projeto, a qual se encontra dividida nas seguintes classes primitivas (todas disjuntas entre si):

Causa representa um conjunto de motivos pelos quais um determinado sintoma pode ocorrer

Consequência representa um conjunto de resultados que podem advir da ocorrência de sintomas

Distúrbio representa um conjunto de distúrbios (e suas cláusulas de diagnóstico) passíveis de corresponderem ao diagnóstico de um determinado paciente; aos distúrbios encontram-se associadas as seguintes propriedades:

de_paciente um diagnóstico apenas diz respeito a um paciente; esta propriedade é inversa da propriedade ‘tem_diagnóstico’

distúrbio_tem_episódio um distúrbio pode ter vários episódios

tem_estádio um distúrbio pode ter vários estádios (por exemplo, ‘Crônico’)

tem_gravidade um distúrbio pode ter uma gravidade associada, que pode assumir diversos valores (segundo o DSM-IV, estes valores podem ser ‘Leve’, ‘Grave’ ou ‘Moderado’)

distúrbio_tem_sintoma um distúrbio é caracterizado por um conjunto de sintomas apresentados pelo paciente

tem_historial_distúrbio um distúrbio pode estar associado com o historial clínico de um outro distúrbio que ocorreu no passado do paciente

Duração representa um conjunto de intervalos de tempo durante os quais um determinado sintoma pode ocorrer

Episódio os episódios podem servir como cláusulas para a determinação de um determinado diagnóstico; aos episódios encontram-se associadas a propriedade ‘episódio_tem_sintoma’, o que significa que um determinado episódio é caracterizado por possuir um conjunto de sintomas. Por exemplo, os episódios do humor são conjuntos de sintomas que podem ser utilizados para determinar se um paciente sofre de um distúrbio em concreto.

Estádio representa um conjunto de estádios em que se pode encontrar um determinado distúrbio

Gravidade representa um conjunto de valores de gravidade que um determinado distúrbio pode assumir

Natureza_do_Sintoma classe que representa um conjunto de etiologias às quais podem pertencer os sintomas (por exemplo, o sintoma ‘Insônia’ é de natureza ‘Sono’)

Paciente classe que representa um determinado paciente que possui diversos sintomas; um paciente tem associadas as seguintes propriedades:

paciente_tem_episódio um determinado paciente possui um único episódio, o qual é reclassificado de acordo com os sintomas apresentados pelo paciente. Este episódio é reclassificado em diversas subclasses de Episódio em função das regras definidas para cada uma das subclasses.

paciente_tem_sintoma um paciente apresenta diversos sintomas, os quais vão ser de vital importância na determinação do diagnóstico do paciente. Esta propriedade, usada como cadeia das propriedades (*property chain*) *paciente_tem_episódio* → *episódio_tem_sintoma* permite que os valores sejam definidos explicitamente para o episódio do paciente e inferidos para o paciente. Esta abordagem de modelação deve-se a restrições no uso de cardinalidade em cadeias de propriedades.

tem_diagnóstico um paciente possui um único diagnóstico, o qual é reclassificado tendo em consideração os sintomas apresentados pelo paciente; esta propriedade é inversa da propriedade ‘de_paciente’

Sintoma classe que representa o conjunto de todos os sintomas passíveis de caracterizarem os distúrbios mapeados na ontologia; um sintoma é uma suposta anomalia que um paciente observa no seu organismo. Os sintomas servem quer para reclassificar episódios quer para reclassificar distúrbios e são caracterizados por (i.e. têm as seguintes propriedades):

tem_causa um sintoma pode ser causado por diversos fatores

tem_consequência um sintoma pode ter várias consequências

tem_duração cada sintoma apresentado pelo paciente pode ter uma duração associada

tem_natureza os sintomas podem ter naturezas ou etiologias associadas

4.3 Refinamento

Durante a fase de refinamento da ontologia optou-se por utilizar uma abordagem *top-down* na criação das subclasses das classes primitivas. Esta abordagem permitiu partir de conceitos generalizados e refiná-los de forma a obter-se uma hierarquia de

classes cada vez mais próxima das necessidades reais da ontologia. Isto significa que, além possuir subclasses relativas a sintomas primitivos (ou seja, sintomas aos quais não se encontram associadas regras relativas à duração, consequência ou causa do mesmo), a classe ‘Sintoma’ possui subclasses que caracterizam sintomas quanto a estes três tipos de parâmetros e que foram de grande utilidade na definição de regras relativas quer a episódios do humor, quer a distúrbios. Seguidamente far-se-á uma apresentação de cada uma destas classes:

‘**Sintoma_Por_Causa**’ caracteriza sintomas aos quais se encontra associada uma determinada causa, sendo constituída pelas seguintes subclasses:

- Sintoma_Causado_Abuso_Substâncias
- Sintoma_Causado_Condição_Médica
- Sintoma_Causado_Distúrbio_Delirante
- Sintoma_Causado_Distúrbio_Esquizofreniforme
- Sintoma_Causado_Esquizofrenia
- Sintoma_Causado_Por_Duelo

‘**Sintoma_Por_Consequência**’ caracteriza sintomas aos quais se encontra associada uma determinada consequência, sendo constituída pelas seguintes subclasses:

- Sintoma_Deterioração_Laboral_Social_Ou_Relacionamento
- Sintoma_Hospitalização
- Sintoma_Visível_Por_Outros

‘**Sintoma_Por_Duração**’ caracteriza sintomas aos quais se encontra associada uma determinada duração mínima, sendo constituída pelas seguintes subclasses:

- Sintoma_1_Semana
- Sintoma_2_Anos
- Sintoma_2_Meses
- Sintoma_2_Semanas
- Sintoma_4_Dias

De forma a ser possível efetuar a reclassificação dos Distúrbios do Humor, foram criadas regras (*property chains*) em linguagem *SWRL* (do inglês *Semantic Web Rule Language*) que são capazes de relacionar uma (ou mais propriedades) com outras.

Assim sendo, foram criadas as duas regras em *SWRL*[19]:

Regra 1: $Distúrbio(?d), Paciente(?p), de_paciente(?d, ?p), paciente_tem_sintoma(?p, ?s) \rightarrow distúrbio_tem_sintoma(?d, ?s)$

A regra 1 pode ser lida da seguinte forma: dado um determinado distúrbio d e um determinado paciente p , se for indicado que o paciente p tem o sintoma s , então será inferido que o distúrbio d também terá o sintoma s .

Regra 2: $paciente_tem_episodio(?p, ?e), paciente_tem_sintoma(?p, ?s) \rightarrow episodio_tem_sintoma(?e, ?s)$

A regra 2 pode ser lida da seguinte forma: se for indicado pelo utilizador que um paciente p tem um episódio e , e ao mesmo tempo, o paciente p tem o sintoma s , então o raciocinador automático irá inferir que o episódio e também tem o sintoma s .

4.3.1 Definição de regras

Uma vez identificadas as classes primitivas, passou-se à definição das regras identificativas quer dos diversos episódios do Humor quer dos distúrbios Ciclotímico e Distímico.

Especificação dos episódios do humor

De forma a ser possível o mapeamento dos Distúrbios do Humor apresentados no DSM-IV, foi necessário efetuar o mapeamento dos diversos Episódios do Humor do mesmo documento dada a sua utilização nas regras que definem o diagnóstico dos distúrbios. Seguidamente, far-se-á a apresentação do mapeamento realizado para os quatro episódios do Humor apresentados na secção 3.2.

Episódio Hipomaníaco Tendo em conta as regras do DSM-IV apresentadas para o Episódio Hipomaníaco na subsecção 3.2.2, efetuou-se a especificação representada de seguida (em termos de regras *OWL*) para a identificação da classe representativa deste episódio do humor.

```
Episódio
and
(
(
(episodio_tem_sintoma min 1 (Humor_Irritavel and
```

```

Sintoma_Visível_Por_Outros))
and (episodio_tem_sintoma min 5 Sintoma_4_Dias)
and (episodio_tem_sintoma max 1 Comportamentos_Risco)
and (episodio_tem_sintoma max 1 Diminuioca_Necessidade_Dormir)
and (episodio_tem_sintoma max 1 Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1 (Agitacao or
Aumento_Atividade_Intencionada))
and (episodio_tem_sintoma max 1 (Autoestima_Exagerada
or Grandiosidade))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado or Fuga_Ideias))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico))
)

or

(
(episodio_tem_sintoma min 1 (Sintoma_Visível_Por_Outros
and (Humor_Elevado or Humor_Expansivo)))
and (episodio_tem_sintoma min 4 Sintoma_4_Dias)
and (episodio_tem_sintoma max 1 Comportamentos_Risco)
and (episodio_tem_sintoma max 1 Diminuicao_Necessidade_Dormir)
and (episodio_tem_sintoma max 1 Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1 (Agitacao
or Aumento_Atividade_Intencionada))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado or Fuga_Ideias))
and (episodio_tem_sintoma max 1 (Mais_Falador or Verborreico))
)
)

and (episodio_tem_sintoma some
(Alteração_Atividade
and Sintoma_Visível_Por_Outros))

```

```

    and (episodio_tem_sintoma some
(Sintoma and (not
(Sintoma_Causado_Abuso_Substancias
or Sintoma_Causado_Condição_Médica))))

    and (episodio_tem_sintoma some (Sintoma and
(not
(Sintoma_Deterioração_Laboral_Social_Ou_Relacionamento
or Sintoma_Hospitalização))))

```

Episódio Depressivo Maior Tendo em conta as regras do DSM-IV apresentadas para o Episódio Depressivo Maior na subsecção 3.2.3, efetuou-se a especificação representada seguidamente (em termos de regras *OWL*) para a identificação da classe representativa deste episódio do humor

```

Episódio and
(
(
(episodio_tem_sintoma min 5 (Sintoma_2_Semanas))
and (episodio_tem_sintoma min 1
(Humor_Depressivo or Perda_Interesse_Atividades_Prazer) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Humor_Depressivo or Humor_Irritável) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Perda_Peso or Aumento_Apetite or Perda_Apetite))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Insónia or Hipersónia) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Agitacao or Lentidão))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Fadiga or Perda_Energia) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Inutilidade or Culpa) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Diminuição_Capacidade_Pensar or
Diminuição_Capacidade_Concentrar or Indecisao) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Pensamentos_Morte or
Pensamentos_Suicidas or
Tentativa_Suicidio))

```

```

)
)
and(not Ep_Misto)
and (episodio_tem_sintoma
some Sintoma_Deterioracao_Laboral_Social_Ou_Relacionamento)

and (episodio_tem_sintoma some
(Sintoma and (not
(Sintoma_Causado_Abuso_Substancias
or Sintoma_Causado_Condição_Médica))))

and
(
(episodio_tem_sintoma some
(Sintoma_2_Meses and not Sintoma_Causado_Por_Duelo))

or
( episodio_tem_sintoma min 1
(
Sintoma_Deterioracao_Laboral_Social_Ou_Relacionamentos
or Inutilidade
or Pensamentos_Suicidas
or Psicóticos
or Lentidao
)
)
)
)

```

Episódio Misto Tendo em conta as regras do DSM-IV apresentadas para o Episódio Misto na subsecção 3.2.4, efetuou-se a especificação representada de seguida (em termos de regras *OWL*) para a identificação da classe representativa deste episódio do humor

```

Episodio
and
(

```

```

(
(
(episodio_tem_sintoma min 4 Sintoma_1_Semana)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitacao))
and (episodio_tem_sintoma max 1 Comportamentos_Risco)
and (episodio_tem_sintoma max 1 Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado or Fuga_Ideias))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico))
and (episodio_tem_sintoma min 1
(Humor_Elevado or Humor_Expansivo))
)
or

(
(episodio_tem_sintoma min 5 Sintoma_1_Semana)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitacao) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
Comportamentos_Risco )
and (episodio_tem_sintoma max 1
Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado or Fuga_Ideias) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico) )
and (episodio_tem_sintoma min 1 Humor_Irritavel)

```



```

)
)

or

(
(
(episodio_tem_sintoma min 4 Sintoma_Hospitalizacao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitacao) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
Comportamentos_Risco )
and (episodio_tem_sintoma max 1
Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado or Fuga_Ideias) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico) )
and (episodio_tem_sintoma min 1
( Humor_Elevado or Humor_Expansivo))
)
or

(
(episodio_tem_sintoma min 5 Sintoma_Hospitalizacao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitacao))
and (episodio_tem_sintoma max 1

```

```

Comportamentos_Risco)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado or Fuga_Ideias) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico) )
and (episodio_tem_sintoma min 1 ( Humor_Irritavel))
)
)

and (not Ep_Misto)

and (episodio_tem_sintoma min 1
(Sintoma_Deterioracao_Laboral_Social_Ou_Relacionamentos or
Sintoma_Hospitalizacao) )

and ( episodio_tem_sintoma some
(Sintoma and( not
(Sintoma_Causado_Abuso_Substancias or Sintoma_Causado_Condicao_Medica))))

```

Episódio Maníaco Tendo em conta as regras do DSM-IV apresentadas para o Episódio Maníaco na subsecção [3.2.1](#) efetuou-se a especificação representada seguidamente (em termos de regras *OWL*) para a identificação da classe representativa deste episódio do humor

```

Episodio
and
(

(
(
(
(episodio_tem_sintoma min 4 Sintoma_1_Semana)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir)
and (episodio_tem_sintoma max 1

```

```

(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitacao))
and (episodio_tem_sintoma max 1
Comportamentos_Risco)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Distracao )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado
or Fuga_Ideias))
and (episodio_tem_sintoma max 1
Mais_Falador or Verborreico) )
and (episodio_tem_sintoma min 1
(Humor_Elevado or Humor_Expansivo))
)
or

```

```

(
(episodio_tem_sintoma min 5 Sintoma_1_Semana)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitação))
and (episodio_tem_sintoma max 1
Comportamentos_Risco )
and (episodio_tem_sintoma max 1
Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado
or Fuga_Ideias) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico) )
and (episodio_tem_sintoma min 1
Humor_Irritavel)
)

```

```

)

or

(
(
(episodio_tem_sintoma min 4 Sintoma_Hospitalizacao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitacao) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
Comportamentos_Risco )
and (episodio_tem_sintoma max 1
Distracao )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado
or Fuga_Ideias) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico) )
and (episodio_tem_sintoma min 1
( Humor_Elevado or Humor_Expansivo))
)
or

(
(episodio_tem_sintoma min 5
Sintoma_Hospitalizacao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Diminuicao_Necessidade_Dormir )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Exagerada or Grandiosidade) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Aumento_Atividade_Intencionada or Agitação))

```

```

and (episodio_tem_sintoma max 1
Comportamentos_Risco)
and (episodio_tem_sintoma max 1
Distracao)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Eperiencia_Subjetiva_Pensamento_Acelerado
or Fuga_Ideias) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Mais_Falador or Verborreico) )
and (episodio_tem_sintoma min 1
( Humor_Irritavel))
)
)

)

and

(

(episodio_tem_sintoma min 4 Sintoma_1_Semana)
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Humor_Depressivo or Humor_Irritavel))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Perda_Peso or Aumento_Apetite
or Perda_Apetite) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Insonia or Hipersonia) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Agitacao or Lentidao))
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Fadiga or Perda_Energia) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Inutilidade or Culpa) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Diminuicao_Capacidade_Pensar
or Diminuicao_Capacidade_Concentrar

```

```

or Indecisao) )
and (episodio_tem_sintoma max 1
(Pensamentos_Morte or Pensamentos_Suicidas
or Tentativa_Suicidio) )
and (episodio_tem_sintoma min 1
( Humor_Depressivo
or Perda_Interesse_Atividades_Prazer))

)

)

and ( episodio_tem_sintoma min 1
(Sintoma_Deterioracao_Laboral_Social_Ou_Relacionamentos
or Sintoma_Hospitalizacao) )

and (episodio_tem_sintoma some
(Sintoma and (not
(Sintoma_Causado_Abuso_Substancias
or Sintoma_Causado_Condicao_Medica))))

```

Especificação dos Distúrbios do Humor

Tal como referido anteriormente, a complexidade das regras utilizadas pelo DSM-IV para a definição do diagnóstico dos diversos distúrbios bipolares e depressivos foi um entrave ao mapeamento de todos os distúrbios de natureza bipolar e depressiva representados no documento. Consequentemente, optou-se unicamente pela abordagem a dois deles: o Distúrbio Ciclotímico e o Distúrbio Distímico. Seguidamente far-se-á a apresentação da especificação efetuada para cada um destes distúrbios, os quais foram apresentados textualmente na secção [3.3](#).

Distúrbio Distímico Tendo em conta as regras do DSM-IV apresentadas para o Distúrbio Distímico na subsecção [3.3.2](#), efetuou-se a especificação representada seguidamente (em termos de regras *OWL*) para a identificação da classe representativa deste distúrbio do humor.

Distúrbio and

```
(
(distúrbio_tem_sintoma min 2 Sintoma)
and( distúrbio_tem_sintoma max 1
(Perda_Apetite or Aumento_Apetite) )
and( distúrbio_tem_sintoma max 1
(Insônia or Hipersônia))
and( distúrbio_tem_sintoma max 1
(Fadiga or Perda_Energia) )
and( distúrbio_tem_sintoma max 1
(Autoestima_Diminuída) )
and( distúrbio_tem_sintoma max 1
(Diminuição_Capacidade_Concentrar
or Indecisão) )
and( distúrbio_tem_sintoma max 1
(Sentimentos_Desespero) )
and( distúrbio_tem_sintoma min 1
(Sintoma_2_Anos and Humor_Depressivo ))
)
```

```
and distúrbio_tem_episódio some
(Episódio and not
( Episodio_Primeiros_2_Anos
and Ep_Depressivo_Maior ) )
```

```
and distúrbio_tem_episódio
(Episódio and not (Ep_Maniaco or Ep_Misto or Ep_Hipo))
and tem_historial_distúrbio some
(Distúrbio and not Distúrbio_Ciclotímico)*
```

```
and distúrbio_tem_sintoma some
( Sintoma and not Sintoma_Psicótico_Crônico )
```

```

and distúrbio_tem_sintoma some
(
Sintoma and not
(
Sintoma_Causado_Abuso_Substâncias or
Sintoma_Causado_Condição_Médica
)
)

```

```

and distúrbio_tem_sintoma some
Sintoma_Deterioração_Laboral_Social_Ou_Relacionamentos

```

Distúrbio Ciclotímico Tendo em conta as regras do DSM-IV apresentadas para o Distúrbio Ciclotímico na subsecção 3.3.1, efetuou-se a especificação representada de seguida (em termos de regras *OWL*) para a identificação da classe representativa deste episódio do humor.

```

Distúrbio
and
(
(distúrbio_tem_episódio some
(Episódio and not Ep_Depressivo_Maior))
and (distúrbio_tem_episódio some Ep_Hipo)
and (distúrbio_tem_sintoma some Sintoma_2_Anos )
)

and
(
distúrbio_tem_episódio some
(Episódio and not
( Episodio_Primeiros_2_Anos and
(Ep_Depressivo_Maior
or Ep_Misto or Ep_Maníaco)
)
)
)

and (not Distúrbio_Esquizoafetivo )

```



```

and (distúrbio_tem_sintoma some
(
Sintoma and not
(
Sintoma_Causado_Por_Esquizofrenia or
Sintoma_Causado_Por_Distúrbio_Esquizofreniforme or
Sintoma_Causado_Por_Distúrbio_Delirante or
Sintoma_Causado_Por_Distúrbio_Psicótico_Não_Especificado
)
)
)

and (distúrbio_tem_sintoma some
(Sintoma and( not
(Sintoma_Causado_Abuso_Substâncias or
Sintoma_Causado_Condição_Médica))))

and ( distúrbio_tem_sintoma some
Sintoma_Deterioração_Laboral_Social_Ou_Relacionamentos)

```

4.3.2 Definição de indivíduos e avaliação da ontologia

Tendo em conta as regras do *KMP*, é possível assumir que o teste e depuração da ontologia concebida no âmbito deste projeto se enquadra na fase de avaliação da ontologia.

De maneira a ser possível o teste e depuração da ontologia concebida, foram criados diversos indivíduos numa abordagem inversa à criação das classes primitivas (ou seja, uma abordagem *bottom-up*, baseada na abordagem homónima da fase de avaliação do *KMP*). Esta abordagem permite que se efetuem testes fiáveis e profundos às regras definidas anteriormente, garantindo a deteção precoce de inconsistências quer semânticas quer sintáticas da ontologia. Adicionalmente, a abordagem *bottom-up* aplicada à criação de indivíduos permitiu testar as regras *SWRL* criadas de forma rigorosa. Numa primeira fase, optou-se por efetuar a inferência de Episódios do Humor, dada a sua necessidade para a futura inferência de distúrbios do humor.

Inferência de um Episódio do Humor

Partindo das regras de um determinado episódio do humor (por exemplo, um Episódio Hipomaniaco), foi necessário criar indivíduos que representassem cada um

dos sintomas utilizados nas regras desse mesmo episódio. Assim, foram criados os seguintes indivíduos:

humor_elevado_hipo indivíduo que representa a presença de humor elevado e que possui a seguinte regra associada

- tem_consequência \rightarrow visível_outros
- tem_duração \rightarrow 4_dias

diminuição_necessidade_dormir_hipo indivíduo que representa a diminuição de necessidade de dormir e possui as seguintes regras associadas

- tem_duração \rightarrow 4_dias

sintomaX indivíduo que representa a presença de alterações na atividade bem como sintomas que não são causados por distúrbios delirantes, distúrbios esquizofreniforme, distúrbio psicótico não especificado ou esquizofrenia; este indivíduo possui as seguintes regras associadas

- tem_duração \rightarrow 2_anos
- tem_consequência \rightarrow deterioração_laboral
- tem_consequência \rightarrow visível_outros

comportamentos_risco_hipo indivíduo que representa a presença de comportamentos de risco e que possui a seguinte regra associada

- tem_duração \rightarrow 4_dias

verborreico_hipo indivíduo que o paciente está verborreico e que possui a seguinte regra associada

- tem_duração \rightarrow 4_dias

sintomaNPS indivíduo que representa a ausência de sintomas causados quer pelo abuso de substâncias quer por outra condição médica bem como sintomas que não provocam deterioração em termos laborais, sociais ou de relacionamento interpessoal nem hospitalização do paciente; este indivíduo possui, ainda, as seguintes regras associadas

- tem_duração \rightarrow 4_dias
- tem_consequência \rightarrow visível_outros

alteração_atividade indivíduo que representa a presença de alterações da atividade e que possui as seguintes regras associadas

- `tem_consequência` → `visível_outros`

Após a definição dos indivíduos supramencionados, foi criado um indivíduo do tipo ‘Episódio’ com as características explicitadas na figura 4.3.

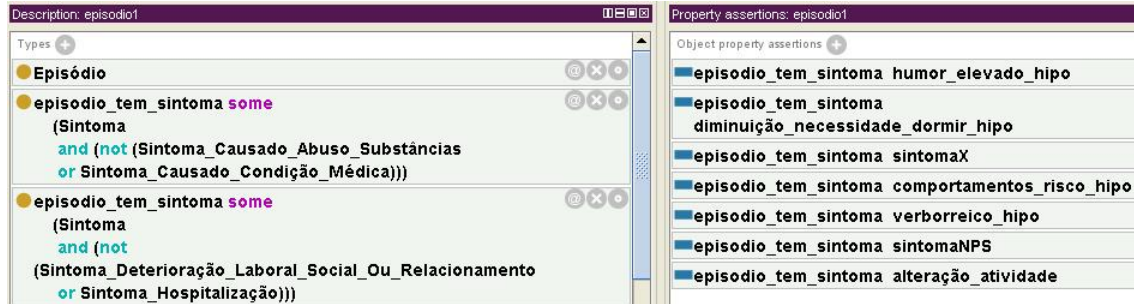


Fig. 4.3: Definição das regras de um indivíduo

Utilizando um raciocinador automático, o indivíduo foi reclassificado como sendo um Episódio Hipomaniaco, tal como se pode ver pela figura 4.4.

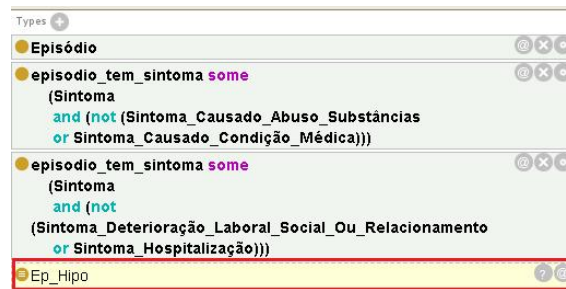


Fig. 4.4: Reclassificação de um indivíduo

Inferência do distúrbio ciclotímico

De forma a ser possível efetuar a inferência do distúrbio ciclotímico, foi criado um indivíduo da classe Paciente (indivíduo ‘paciente1’), bem como os seguintes indivíduos:

maníaco_p1 indivíduo que representa a presença de um episódio maníaco

distúrbioCátia indivíduo do tipo ‘Distúrbio’ ao qual se encontra associado o paciente e que irá permitir a reclassificação do mesmo de acordo com os sintomas apresentados pelo paciente

humor_irritável_p1 indivíduo que representa a presença de humor irritável; este indivíduo garante que o sintoma não é causado pelo abuso de substâncias, outra condição médica, um distúrbio delirante, esquizofreniforme, psicótico não especificado nem esquizofrenia; adicionalmente, este indivíduo possui as seguintes características associadas

- tem_consequência → deterioração_laboral
- tem_duração → 2_anos

hipomaníaco_p1 indivíduo que representa a presença de um episódio hipomaníaco que possui a seguinte característica associada

- tem_duração → 2_anos

episódioC indivíduo pertencente à classe ‘Episódio’ que garante não tratar-se de um episódio depressivo maior, maníaco ou misto que tenha ocorrido nos primeiros dois anos do distúrbio

episódioD indivíduo que pertence à classe ‘Episódio’ e que garante não tratar-se de um episódio depressivo maior

Seguidamente, procedeu-se à criação das seguintes regras no indivíduo ‘paciente1’ que o relacionassem com os indivíduos supramencionados:

- paciente_tem_episódio → maníaco_p1
- tem_diagnóstico → distúrbioCátia
- paciente_tem_sintoma → humor_irritável_p1
- paciente_tem_episódio → hipomaníaco_p1
- paciente_tem_episódio → episódioC
- paciente_tem_episódio → episódioD

Após a definição destas regras, o raciocinador automático reclassifica o indivíduo ‘distúrbioCátia’ como sendo um distúrbio Ciclotímico, tal como se pode verificar pela figura 4.5 além de inferir as regras que o caracterizam (tendo em conta as cadeias de propriedades *SWRL* definidas anteriormente):

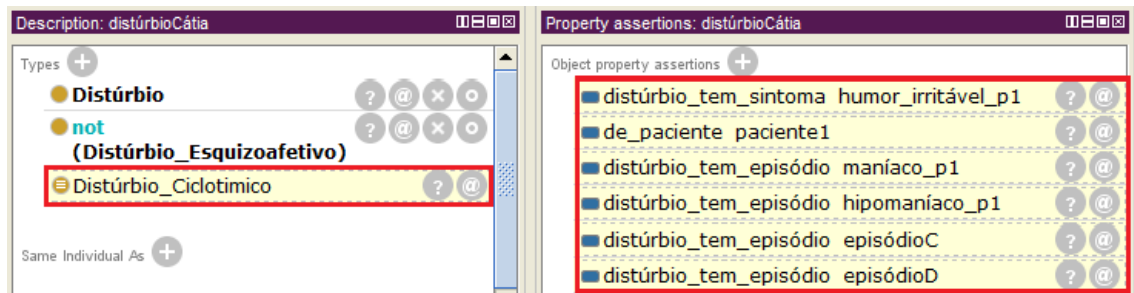


Fig. 4.5: Reclassificação de um indivíduo como sendo um distúrbio Ciclotímico

Inferência do distúrbio distímico

Tal como ocorria com o distúrbio ciclotímico, existiu a necessidade de efetuar a inferência do distúrbio distímico. Para tal, foi criado um novo indivíduo do tipo ‘Paciente’ (chamado ‘paciente2’), ao qual foram atribuídas relações com os seguintes indivíduos:

humor_deprimido2 indica a presença de humor deprimido que não é causado pelo abuso de substâncias nem por outra condição médica e possui a seguinte característica associada:

- tem_duração → 2_anos

indecisão2 indica a presença de indecisão

fadiga2 indica a presença de fadiga e possui a seguinte regra associada:

- tem_consequência → deterioração_laboral

hipomaníaco_p2 representa um episódio hipomaníaco apresentado pelo paciente

episódioA indivíduo que representa um episódio que não se trata de um episódio depressivo maior ocorrido nos primeiros dois anos de distúrbio

episódioB indivíduo que representa um episódio apresentado pelo paciente, sendo explicitamente indicado não tratar-se de um episódio hipomaníaco, maníaco ou misto

distúrbioCátia2 indivíduo pertencente à classe ‘Distúrbio’ e que vai ser alvo de reclassificação de acordo com as regras estipuladas para o indivíduo ‘paciente2’

ep_depressivo_p2 indica um episódio depressivo maior do qual padece o paciente

Uma vez concebidas as regras supramencionadas para o indivíduo ‘paciente2’, a utilização de um raciocinador automático reclassifica o indivíduo ‘distúrbioCátia2’ como sendo um distúrbio distímico, tal como se pode verificar pela figura 4.6.

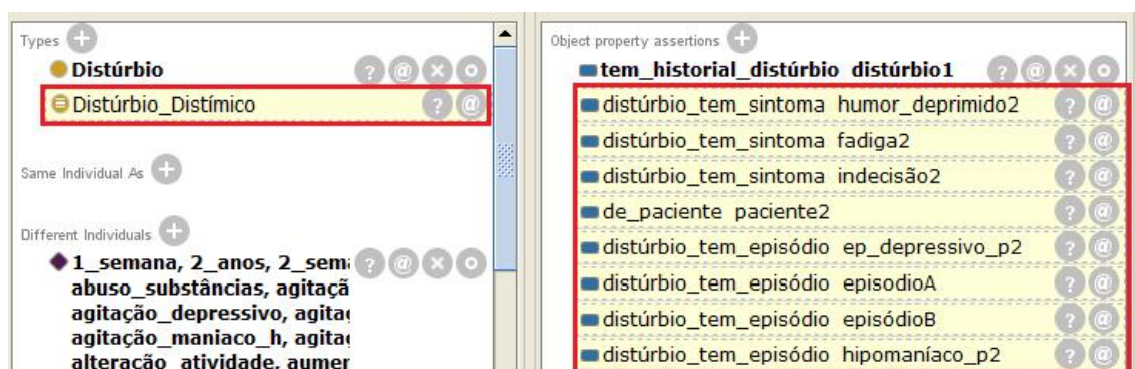


Fig. 4.6: Reclassificação de um indivíduo como sendo um distúrbio Distímico

4.4 Sumário

A avaliação apresentada anteriormente foi repetida para todos os indivíduos de forma a testar a totalidade das classes que compõem a ontologia; tal permitiu o desenvolvimento de uma ontologia semântica e sintaticamente válida (de acordo com o que se encontra estipulado no DSM-IV), embora não tenha sido consultado qualquer especialista da área de forma a fazer uma validação mais técnica do conhecimento nela representado. Porém, e dado que o ambiente de desenvolvimento onde decorreu a conceção da ontologia não é o mais adequado para a utilização da mesma por parte dum perito no domínio (médico psiquiatra), existe a necessidade de criar uma interface amigável de interação com o utilizador final do sistema (como, por exemplo, o médico que fará uso do mesmo).

Apesar de a grande maioria das regras de diagnóstico explicitadas no DSM-IV terem sido consideradas, chegou-se à conclusão de que algumas delas (nomeadamente as regras que têm em conta o domínio temporal - como, por exemplo, regras que definem intervalos de tempo durante os quais devem ocorrer determinados sintomas ou episódios) não eram representáveis em *OWL*. De forma a ser possível ter em consideração este tipo de regras, poder-se-ia fazer uso de regras *SWRL*, embora as suas funções mais básicas (os chamados *built-ins*) tivessem de ser estendidas, algo que poderia ser conseguido recorrendo ao trabalho desenvolvido por Santos e Staab[20]. Contudo, efetuar este tipo de alterações na ontologia iria levar à necessidade de realizar extensões à mesma com a finalidade de se capturarem conceitos temporais.

Proposta de sistema a desenvolver futuramente

Tendo em consideração que o trabalho até aqui efetuado pode servir como uma base para trabalhos futuros, pretende-se desenvolver um sistema baseado em ontologias (bem como alargar esse sistema para outros tipos de Distúrbios de ordem psiquiátrica).

Uma das abordagens possíveis para este tipo de sistema poderá ser a criação de uma aplicação *Web* desenvolvida utilizando a tecnologia Java e composta por um conjunto de formulários, os quais são utilizados com a finalidade de se definir o conjunto de sintomas apresentados por um determinado paciente. Tendo em conta os parâmetros apresentados ao sistema, obtém-se uma resposta do mesmo composta pelos resultados inferidos no *back-end* da aplicação.

5.1 Utilização da ontologia desenvolvida no sistema proposto

A ontologia concebida no âmbito do projeto a que se refere o presente documento seria utilizada como uma fonte de informação a ser consultada pela aplicação *Web*. Tal consulta ocorre com duas finalidades:

1. A implementação de formulários *HTML* a partir do conhecimento armazenado na ontologia; tal implementação é conseguida (numa primeira fase) pela consulta e obtenção dos parâmetros necessários ao diagnóstico que se encontram armazenados na ontologia. Estes parâmetros são, seguidamente, utilizados para construir os formulários utilizando tecnologia *DOM* para o efeito
2. Após a submissão (por parte do utilizador) dos formulários *HTML* concebidos anteriormente, os dados inseridos nos mesmos são utilizados por um raciocí-

nador automático (como, por exemplo, o *HermiT*[21]) para inferir novo conhecimento a partir do preexistente na ontologia. Tal é conseguido através da criação de indivíduos que possuam as características inseridas pelo utilizador; seguidamente, o raciocinador automático opera sobre a ontologia de forma a inferir um possível diagnóstico para o paciente; os resultados desta inferência são, posteriormente, passados à camada de apresentação para serem visualizados pelo utilizador

5.2 Visão técnica da aplicação *Web* proposta

A aplicação desenvolvida seria, assim, constituída por três elementos principais:

- A ontologia desenvolvida no âmbito do presente projeto (e que se encontra explicada em detalhe no capítulo 4)
- Um Raciocinador Automático
- Uma aplicação para utilização do sistema por parte do utilizador baseada em formulários *Web*

Uma vez que o sistema proposto se baseia numa aplicação *Web*, tal aplicação poderia seguir a arquitetura cliente-servidor e encontrar-se estruturada de acordo com o modelo *MVC* - *Model View Controller*, dividida em três camadas essenciais:

Conjunto de *JSP*'s (camada de apresentação) Fazem a apresentação de formulários *HTML* ao utilizador final através de um *browser*

Conjunto de *Servlets* (camada de controlo) A camada de *Servlets* é responsável tanto por devolver código *HTML* aos *JSP*'s da camada anterior com formulários como processar os pedidos ao servidor aplicacional

Camada de modelação do problema A camada de modelação está dividida em dois tipos de classes

- **Classes de Acesso ao ficheiro da Ontologia** para criar formulários *HTML*; estas classes são responsáveis por consultar a Ontologia e, a partir do conhecimento nela armazenado, desenvolver os formulários a apresentar ao utilizador recorrendo, para esse fim, à tecnologia *DOM*.
- **Classes de Acesso ao ficheiro da Ontologia** de forma a (partindo da informação inserida pelo utilizador nos formulários *HTML* supramencionados) efetuar inferência sobre o conhecimento e regras nela armazenadas através de um Raciocinador Automático (como, por exemplo, o *HermiT*);

os resultados desta inferência são, posteriormente, devolvidos à camada de controlo (*Servlets*) para a sua posterior apresentação ao utilizador final

Para que melhor se compreenda a arquitetura desenvolvida, sugere-se a consulta da Figura 5.1.

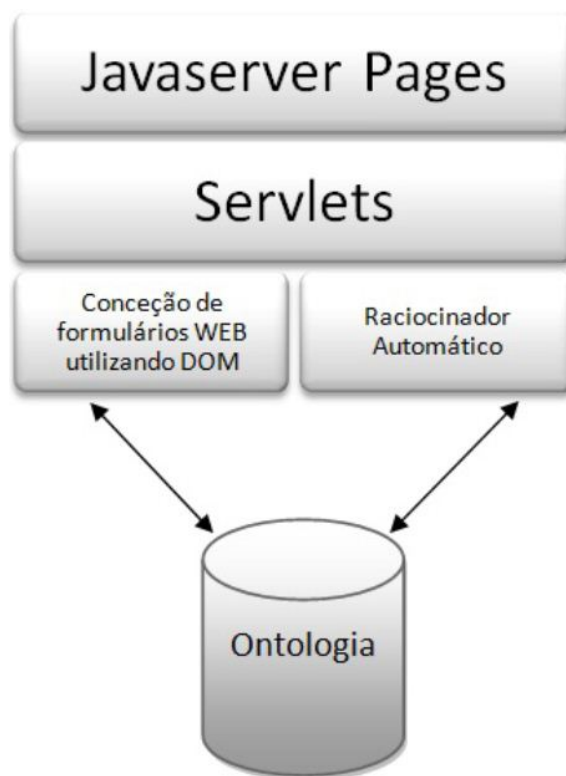


Fig. 5.1: Possível arquitetura de um sistema a desenvolver futuramente

Seguidamente proceder-se-á a uma apresentação sucinta das tecnologias Java a serem eventualmente utilizadas na criação da aplicação *Web* far-se-á, seguidamente, uma apresentação destas tecnologias, nomeadamente os conceitos de *Servlet* e de *JSP*, bem como da tecnologia *DOM*.

5.3 *Servlets e JSP- Javaserwer Pages*

Os *Servlets* são programas escritos em Java capazes de serem executados na *Web* ou em servidores aplicativos, atuando como uma camada intermédia entre os pedidos provenientes dos navegadores *Web* - os conhecidos *browsers* - (ou outros clientes *HTTP*) e bases de dados ou aplicações residentes nos servidores *HTTP*.

Os *Servlets* são, assim, responsáveis por desempenharem as seguintes funções:

Ler os dados explícitos enviados pelo cliente Normalmente, o utilizador final introduz estes dados num formulário *HTML* ou página *Web*. Porém, os dados

também podem ser originados por um *applet* ou um programa personalizado que funciona como cliente *HTTP*

Ler os dados implícitos ao pedido *HTTP* enviado pelo *browser* Os dados implícitos correspondem a informação *HTTP* constituída por *cookies* ou informação relativa a esquemas de compressão de dados por parte do *browser*, entre outros

Gerar os resultados A geração de resultados pode implicar o acesso a estruturas de armazenamento de dados que não reconhecem o protocolo *HTTP* nem retornam formulários *HTML* (como, por exemplo, ficheiros ou bases de dados). Os *Servlets* desempenham um papel fundamental nas aplicações onde se encontram inseridos por permitirem este tipo de comunicação

Devolver os dados explícitos e implícitos ao cliente Os dados de resposta por parte do servidor são devolvidos ao cliente sob a forma de um documento (tipicamente em formato *HTML*), razão pela qual a utilização combinada de *Servlets* e *JSP* se torna bastante útil no acondicionamento dos resultados num formulário *HTML* para apresentação ao utilizador final

Normalmente, a estrutura de um *Servlet* é semelhante à estrutura de uma classe em Java. Porém, os *Servlets* podem assumir a forma de documentos *HTML* com código Java embutido no mesmo; a este documento chama-se *JSP* (*Javaserver Pages*). Tal como referido anteriormente, o recurso a ficheiros *JSP* pode ser combinado com a utilização de *Servlets* sob a forma de classes; nesta situação, os *Servlets* funcionam como intermediários entre *front-end* da aplicação (da responsabilidade dos *JSP*) e o acesso a estruturas de armazenamento de dados[22].

5.4 *DOM - Document Object Model*

O *DOM - Document Object Model* é uma *API - Application Programming Interface* para documentos *HTML* válidos e documentos *XML* bem formados. O *DOM* define a estrutura dos documentos, bem como a forma como o acesso e a manipulação dos mesmos se efetua. Na especificação *DOM*, o termo ‘documento’ é utilizado num sentido lato - o *XML* é o formato cada vez mais utilizado como meio de representar muitos tipos diferentes de informação que podem ser armazenados em diversos sistemas[23].

O *DOM* faculta aos programadores a capacidade de construir documentos, navegar na sua estrutura e adicionar, alterar e eliminar tanto elementos como conteúdo. Assim, qualquer nodo ou atributo de um documento *HTML* ou *XML* pode ser ace-

dido e, conseqüentemente, alterado, modificado ou adicionado através do recurso a esta tecnologia.

Dado que se trata de uma especificação da *W3C - World Wide Web Consortium*, o *Document Object Model* possui um objetivo importante, que consiste em fornecer uma interface de programação padrão que possa ter utilidade numa grande variedade de ambientes e aplicações, além de poder ser utilizada por qualquer linguagem de programação[23].

5.5 Vantagens da utilização da ontologia

Tendo em conta as razões apresentadas por Noy[11] para o desenvolvimento de ontologias, pode considerar-se que a forma como o conhecimento se encontra representado nesta ontologia poderá representar uma mais-valia na conceção deste sistema (e de outros a que ela possam recorrer no futuro) pois representa conhecimento relativo ao domínio dos Distúrbios do Humor, o qual pode ser reutilizado por outras entidades (como, por exemplo, a aplicação proposta).

Uma vez que o processo de desenvolvimento adotado para a conceção da ontologia é iterativo e incremental, é possível efetuar-se uma análise sistemática do conhecimento nela armazenado e que a ontologia seja estendida no futuro (segundo uma metodologia de evolução ontológica baseada na apresentada na secção 4.3); adicionalmente, assume-se que algumas lacunas presentes na ontologia (como, por exemplo, a questão da representação em *OWL* de certas regras que têm em conta questões temporais) possam ser colmatadas futuramente.

Quando se tem em consideração a separação entre o conhecimento de domínio e o conhecimento operacional, acredita-se que a ontologia em questão (além de representar o conhecimento do domínio de forma fidedigna) seja de fácil utilização por parte de um raciocinador automático (quer para obter as entidades necessárias à criação dos formulários *HTML* quer para obter os resultados da inferência efetuada com base nos dados inseridos pelo utilizador).

A ontologia desenvolvida é, assim, transversal a muitas aplicações que se baseiem no diagnóstico de distúrbios do humor, permitindo que estas aplicações sejam independentes da ontologia que utilizem e funcionem com ontologias que representem outros domínios (embora seja requerido que estas possuam características semelhantes à ontologia desenvolvida neste projeto).

Conclusões

Durante o desenrolar deste projeto, foi possível, com base no estudo do Estado da Arte, compreender que muitos são os autores a trabalhar na investigação de sistemas baseados em conhecimento para o apoio ao diagnóstico e tratamento de diversas patologias (sejam elas do foro psiquiátrico ou não). Estes trabalhos são muito diversificados, embora existam mais trabalhos baseados no diagnóstico e tratamento de distúrbios físicos do que distúrbios mentais. Tal facto funcionou como um impulsionador para o desenvolvimento do projeto.

Além do Estado da Arte, foram adquiridos diversos conhecimentos acerca de vários padrões utilizados no desenvolvimento de ontologias, dos quais se destacam a subclassificação, a negação, as cadeias de propriedades, o conceito de ‘propriedade funcional’ e a reclassificação de valores. Adicionalmente, foram assimilados alguns conceitos de linguagem *SWRL* que se revelaram bastante úteis na resolução de problemas relacionados com as limitações impostas pelas cadeias de propriedades às cardinalidades das relações.

O recurso a ontologias no âmbito do presente projeto elucidou a complexidade da utilização destas ferramentas, em particular quando o domínio a ser modelizado é de elevada complexidade; porém, a autora considera que o desenvolvimento de ontologias constitui uma mais-valia (quando comparadas a outras técnicas de Inteligência Artificial) dadas as suas maiores capacidades para representar os conceitos de um determinado domínio num modelo mais próximo da realidade do que a representação feita por exemplo, por um sistema pericial.

Uma das grandes desvantagens da utilização de ontologias é o facto de a sua manutenção se tornar cada vez mais complexa à medida que a dimensão da ontologia aumenta; adicionalmente, pode considerar-se que a conceção de cadeias de propriedades constitui uma tarefa desafiante, embora exequível e de grande utilidade.

Concomitantemente ao desenvolvimento da ontologia, a autora adquiriu algum conhecimento relativo aos Distúrbios Bipolares e Depressivos e aos sistemas de clas-

sificação utilizados em Psiquiatria, bem como compreender as dificuldades em transpor as informações neles contidas para uma representação formal do conhecimento como o é uma ontologia. Um dos principais desafios na concepção desta ontologia foi a compreensão textual das regras que caracterizam um determinado Distúrbio ou Episódio do Humor descritas no DSM-IV e consequente mapeamento das mesmas em termos ontológicos.

Futuramente, pretende-se estender a ontologia desenvolvida a outros distúrbios de etiologia mental, bem como reutilizá-la com a finalidade de desenvolver um sistema baseado em ontologias que seja capaz de apoiar os profissionais de saúde no diagnóstico de problemas mentais; uma abordagem possível para a concepção deste tipo de sistema será a criação de uma aplicação *Web* que recorra à ontologia desenvolvida com a finalidade de - a partir do conhecimento nela armazenado - apresentar formulários *HTML* a um utilizador do sistema (como, por exemplo, um médico psiquiatra); adicionalmente, e tendo em conta a informação submetida nestes formulários, esta aplicação poderá fazer uso de um raciocinador automático para consultar a ontologia e inferir um possível diagnóstico de que padece o paciente a que se referem os dados submetidos.

Bibliografia

- [1] Sure Y, Staab S, Studer R. Methodology for Development and Employment of Ontology based Knowledge Management Applications. ACM SIGMOD Record. 2002 Dezembro;31:18–23.
- [2] Nunes LC, Pinheiro PR, Pequeno TC. An Expert System Applied to the Diagnosis of Psychological Disorders. Av. Washington Soares, 1321 - Bloco J, sala 30, CEP: 60811-905, Fortaleza, Ceará, Brazil: University of Fortaleza; 2009. 978-1-4244-4738-1/09/.
- [3] Andrews G, Slade T, Peters L. Classification in psychiatry: ICD-10 versus DSM-IV. BJ Psych - The British Journal of Psychiatry. 1999;(174):3–5.
- [4] Organization WH; 2013. Available from: <http://www.who.int/en/>.
- [5] American Psychiatric Association WD. Diagnostic And Statistidcal Manual of Mental Disorders, 4th Edition. American Psychiatric Association, 1400 K Street, NW., Washington, DC 20005: American Psychiatric Association, Washington DC; 2000.
- [6] Russell SJ, Norvig P. Artificial Intelligence A Modern Approach. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey; 1995.
- [7] Gruber TR. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications; 1993. KSL 92-71.
- [8] Borst WN. Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse. Institute for Telematica and Information Technology, University of Twente, Enschede, The Netherlands. 1997;.
- [9] Studer R, Benjamins VR, Fensel D. Knowledge Engineering: Principles and methods. Elsevier Science BV. 1998;(S0169-023X(97)00056-6):161–197.
- [10] Staab S, Studer R. Handbook on Ontologies, 2nd Edition. Springer; 2009.
- [11] Noy NF, McGuinness DL. Ontology Development 101: a Guide to creating your first Ontology. Stanford, CA, 94305;.
- [12] da Silva CVF. *Modelação de Domínios de Competências com OWL* Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto, Porto, Portugal; 2011.

- [13] Dentler K, Cornet R, ten Teije A, de Keizer N. Comparison of Reasoners for large Ontologies in the OWL 2 EL Profile. IOS Press. 2011;(1-5).
- [14] Hadzic M, Chen M, Dillon TS. Towards the Mental Health Ontology. IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine. 2008;(978-0-7695-3452-7/08).
- [15] Lopez AD, Murray CCJL. The global burden of disease, 1990–2020. Nature America Inc. 1998 November;.
- [16] e Costa CAB, Chagas MP. A career choice problem: An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments. European Journal of Operational Research. 2004;(323–331).
- [17] Kola JS, Harris J, Laurie S, Rector A, Goble C, Martone M. Towards an ontology for Psychosis. Cognitive Systems Research. 2011;11:42–52.
- [18] Lin YC. Design and Implementation of an Ontology-Based Psychiatric Disorder Detection System. WSEAS Transactions on Information Science and Applications. 2010 January;(1790-0832).
- [19] Consortium WWW. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML; 2004. Available from: <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [20] Santos J, Staab S. Engineering a complex ontology with time. 18th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI). 2003 August;p. 1406–1407.
- [21] Group IS. Hermit OWL Reasoner - The New Kid on the OWL Block; 2013. Available from: <http://www.hermit-reasoner.com/>.
- [22] Hall M, Brown L. Core Servlets and Javaserer Pages. 2nd ed. Prentice Hall and Sun Microsystems Press; 2011.
- [23] Consortium WWW. Document Object Model (DOM) Level 2 Core Specification - Version 1.0; 2000. Available from: <http://www.w3.org/TR/DOM-Level-2-Core/introduction.html>.



CÁTIA VANEISSA FERRERA DA SILVA

Desenvolvimento de Ontologia para Apoio ao Diagnóstico de

Distúrbios do Humor

Julho de 2013

isep

INSTITUTO SUPERIOR DE

ENGENHARIA DO PORTO